

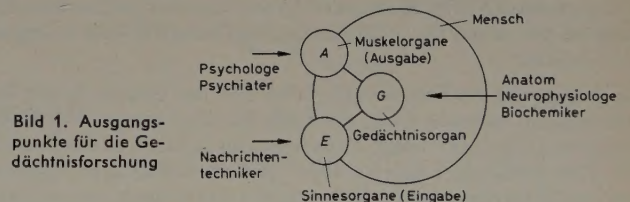
E. SCHAEFER, Telefunken Backnang

Das menschliche Gedächtnis als Informationsspeicher*

DK 612:621.391

Die bisherige Erforschung des menschlichen Gedächtnisses geht von drei Ausgangspunkten aus, um einen Einblick in dessen Phänomenologie, Kapazität und Funktionsweise zu gewinnen. Dementsprechend wird die Eigentümlichkeit des Gedächtnisspeichers durch eine Gegenüberstellung mit dem Verhalten von technischen Nachrichtenspeichern skizziert. Abschätzungen, ausgehend von gespeicherten Wissenskomplexen, von der speicherbaren Informationsmenge innerhalb eines Menschenlebens bei konstantem Entscheidungsfuß und von der Zahl der Neuronen als Gedächtniselemente (nach Küpfmüller, Müller, Good, McCulloch, v. Neumann und v. Förster), bringen eine quantitative Eingrenzung des Speichervermögens. Schließlich werden die verschiedenen bestehenden Gedächtnishypothesen diskutiert und einige Folgerungen für die Entwicklung von Informationsspeichern gezogen.

Rückschlüsse auf die Informationsverarbeitung im Menschen und sein Speichervermögen. Allerdings ist damit noch nichts über den Vorgang der Informationsreduktion, die Art der Abspeicherung und den Reproduktionsprozeß von abgelagerten Inhalten ausgesagt.



1. Einleitung

Seit alters her ist das Gedächtnis Gegenstand philosophischer Überlegungen gewesen [33]. Die Psychologen konnten dieses Phänomen bei der Deutung der psychischen Vorgänge im Menschen nicht unbeachtet lassen [31]. Die Biologen setzten sich bei der Erforschung der Instinktthandlungen und Vererbungserscheinungen damit auseinander [13]. Die Neurophysiologen suchten das Gedächtnis zu lokalisieren [36]. Den Psychiatern begegneten in den Krankheitsbildern ihrer Patienten vielfach Störungen der Gedächtnisfunktion [23]. Neuerdings interessieren sich auf der Suche nach neuartigen Speicher- methoden die Nachrichtentechniker und Planer elektronischer Rechen- maschinen vor allem für die enorm hohe Speicherdichte, die auf über 10^{12} bit/cm³ geschätzt wird und von der die bisher in elektronischen Rechenanlagen realisierbaren Dichten von $10^2 \dots 10^3$ bit/cm³ noch weit entfernt sind [40, 41, 42, 43, 44, 45]. Die ständige Zunahme der gedruckten Informationsflut zwingt heute die Bibliothekare in aller Welt zur Anschaffung immer umfangreicherer Informationsspeicher, denen die Informationskapazität des menschlichen Gedächtnisses als Vorbild dienen kann [9].

2. Ausgangspunkte für die Gedächtnisforschung

Zur Erforschung der Merkfähigkeit des Menschen bieten sich drei verschiedene Betrachtungswege an (Bild 1). Indirekt von der Ausgangsseite her wird beim Lernvorgang und dem späteren Abfragen der Gedächtnisspeicher in der experimentellen Psychologie untersucht. Die dabei gewonnenen Beobachtungen sind ausreichend, um die Gedächtnisphänomene und deren Gesetzmäßigkeit zu beschreiben, jedoch nicht zu erklären.

Man kann den Speicher — ebenfalls indirekt — von der Eingangsseite her untersuchen. Die Auswertung der Kenndaten der Sinnes- oder Empfangsorgane mit Hilfe der Informationstheorie gestattet

Bei der Betrachtung der als biologische Speichereinrichtungen angesehenen Körperteile wäre auf Forschungsergebnisse der Biochemie, der Neurophysiologie und der Hirnanatomie zurückzugreifen, um die physiologische Verwirklichung der Speicherung zu verstehen. Der Mangel an Meßdaten führte zu zahlreichen Gedächtnishypothesen, die im einzelnen noch zu beschreiben sind.

3. Wesensunterschiede technischer und biologischer Speicher

Es scheint sinnvoll, den komplexen Charakter des menschlichen Gedächtnisses durch eine Gegenüberstellung mit den einfacheren technischen Nachrichtenspeichern herauszustellen, wie Tab. I zeigt. Unter Gedächtnis versteht man die Fähigkeit, Erlebtes sich einzu-

Tab. I. Wesensunterschiede technischer und biologischer Speicher

technischer Speicher	Gedächtnis
Einzel Speicherung	Assoziations Speicherung
Auslesen schwächt Inhalt	Memorieren stärkt Inhalt
Eingabe = Ausgabe	Vorstellung < Wahrnehmung
	Weitergabe von Inhalten
Zugriffszeit ist Systemkonstante	Zugriffszeit vom Inhalt abhängig
Reihen- und Parallelzugriff	willkürlicher Zugriff
Ausgabe bei Abruf	Freisteigen von Inhalten
Speicherverlust	
ohne Dauerspeicherung	Vergessen und Behalten
bistabile und analoge Speicherung	analoge Speicherung
präzise Bauteile	redundante, unpräzise Bauteile
Kapazität < ; Fehlerkoeffizient >	Kapazität > ; Fehlerkoeffizient <

*) Vortrag am 7.9.1959 im Hause *Telefunken GmbH*, Geschäftsbereich Anlagen Weitverkehr und Kabeltechnik, Backnang

prägen, zu behalten und in der Erinnerung darauf zurückzukommen. Ein technischer Speicher erlaubt es lediglich in Kleinst-Arealen, Zustandsänderungen auf Befehl vorzunehmen, dauernd oder zeitweilig beizubehalten und bei Abfrage anzuzeigen. Sind beabsichtigte Änderungen (Löschen und Wiedereinschreiben) bei geeigneter Adressierung möglich, so handelt es sich um Arbeitsspeicher [41]. Können nur vorgegebene Informationen abgefragt (ausgelesen) werden, so spricht man von Festspeichern oder elektrischen Zuordnern [42]. Mit Hilfe von Verschlüsselungsverfahren (Codes) vermag man bei bistabilen Speicherzuständen auch Zahlen und Worte zu speichern.

Das menschliche Gedächtnis ist offenbar ein Mittelding zwischen Arbeitsspeicher und Festspeicher. Es können zwar Informationen "eingeschrieben, besser „überschrieben“, werden, aber es ist keine willkürliche Löschung möglich. Die Aufnahme von Erlebnissen vollzieht sich immer als Assoziationsspeicherung, wodurch das Auffinden von Inhalten erleichtert wird. Im technischen Bereich strebt man von einander unabhängige Einzelabspeicherungen (beim Kernspeicher) an. Während bei mechanischen Gedächtnissen (Lochkarte, Schallplatte) durch wiederholtes Auslesen Speicherinhalt verloren geht, stärkt häufiges Memorieren die Erinnerung an das Erlebte, weshalb Jugenderinnerungen oder Abenteuer wegen der häufigen Auffrischung besonders lebhaft sind.

Als Vorstellung bezeichnet man das Ergebnis einer Gedächtnisleistung. Sie ist an Intensität immer schwächer als die Wahrnehmung. Eine Ausnahme sind krankhafte Halluzinationen. Auch im Traum (Produkte des Gedächtnisses ohne Logik und Zeitbewußtsein) können Erinnerungen fast den Charakter von Wahrnehmungen annehmen [2]. Bei der Nachrichtenspeicherung entspricht dagegen das ausgelesene dem eingeschriebenen Ergebnis, weil keine Informationsauslese stattfindet. Dabei ist die Zugriffszeit eine Systemkonstante, die beim menschlichen Erinnerungsorgan vom Inhalt abhängig ist. Gefühlsbetonte Erinnerungen verlängern die Reproduktionszeit, das Hervorholen von Zahlen geschieht viel schneller. Andererseits kann die Zugriffszeit im Zustand einer akuten Gefahr oder des Affekts erheblich verringert werden [27]. Erstaunlich bleibt trotz des großen Speichervolumens vor allem die willkürliche Zugriffsmöglichkeit zu irgendeinem Inhalt.

Ferner zeigt sich ein Unterschied, wenn man das Phänomen der Perseveration in Betracht zieht, das heißt das Nachklingen von Erlebnisinhalten. Das unfreiwillige Aufsteigen von Inhalten in das Bewußtsein ohne Anregung heißt Iteration [31]. In technischen Speichervorrichtungen erfolgt die Auslieferung von Ergebnissen nur auf äußeren Abruf. Eine Besonderheit des menschlichen Gedächtnisses liegt nun darin, daß man wieder vergißt, was man sich nicht fest genug gemerkt hat; was aber sehr stark eingepreßt wurde, kann ein ganzes Leben lang behalten werden. Man kann jedoch nicht wie bei einer elektronischen Rechenanlage eine bestimmte Speicherzelle adressieren, sondern die Abspeicherung erfolgt selbsttätig an einen bestimmten Platz. Diese gegeneinander nicht austauschbaren Gedächtnisse sind offenbar an die Aufnahmekapazität des Empfangsorgans angepaßt. Am umfangreichsten ist dabei das optische Gedächtnis, dann folgen nach einer von Offner [27] angegebenen Klimax der Vorstellungselemente Ohr, Getast, Bewegungsempfinden, Geruch und Geschmack. Ausnahmen finden sich bei Organgeschädigten, beispielsweise bei Blinden, bei denen das taktile Gedächtnis infolge der großen Übung eine Ausweitung erfahren hat, während das optische Merkvermögen verkümmert ist. Mit dem Fassungsvermögen der einzelnen Organgedächtnisse muß die Erscheinung zusammenhängen, daß es mehrere Qualitäten der Erinnerung gibt, wie Vorstellen, Wiedererkennen und Bewußtwerden nach Reizsummiering. Letzteres bezieht sich auf flüchtige Eindrücke, die nur als unterwertige Spuren aufgenommen wurden und einmalig noch nicht zu einem Erinnerungsvorgang ausreichen.

Ist beim Nachrichtenspeicher die Einschreibearbeit zur Schaffung einer bestimmten Zustandsänderung immer die gleiche, dann kann sie zur Bildung desselben Engramms [25] durchaus verschieden sein. Außer der Intensität des Einprägungsvorgangs sind zur Spurenhinterlassung noch die Aufnahmestimmung, die Aufmerksamkeit beim Erlebnisvorgang und das Lernvermögen des Aufnehmenden wichtig. Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß die Gedächtnisablagerung mehr Zeit braucht, als der eigentliche Erlebnisvorgang andauert. Ribot hatte schon 1882 geschrieben, daß bei Gehirnerschütterungen infolge von Unfällen eine sogenannte retrograde Amnesie zu beob-

achten ist, das heißt, der Patient kann sich an Dinge kurz vor dem Unfall nicht mehr erinnern [23].

Die Erweiterung des Gedächtnisbegriffs, wie von Hering [22] und Semon [25] vorgeschlagen, von den innerhalb eines Menschenlebens erworbenen auf die ererbten Dispositionen würde eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit bringen, denn in der Natur vollzieht sich eine fortwährende Selbstfortpflanzung von Speichergebissen sowohl von der absterbenden Zelle zur wachsenden Zelle als auch bei der Vererbung von Anlagen durch die Gene in der Eizelle als Informationsträger. Sich selbst reproduzierende Nachrichtenspeicher wurden wohl schon einmal geplant [4], existieren aber noch nicht.

4. Informationsfluß im Menschen

Mit der neuartigen Betrachtungsweise der Informationstheorie wurde eine quantitative Eingrenzung des menschlichen Speichervolumens ermöglicht. Als Maßzahl dient die Summe der Nachrichteneinheiten (bit-Zahl = Anzahl der logischen Ja-Nein-Entscheidungen bei gleicher Alternative). Gelingt es nun, den kleinsten mittleren Informationsfluß (bit/s) im Menschen experimentell zu erfassen, dann wäre das ein Weg, das Speichervermögen abzuschätzen, indem man diese Zahl mit der gesamten Aufnahmezeit multipliziert.

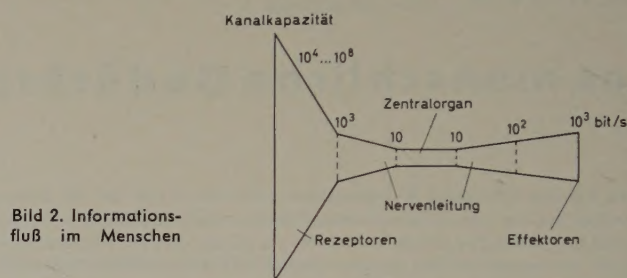


Bild 2. Informationsfluß im Menschen

Im Bild 2 ist angedeutet, in welchen Grenzen der Entscheidungsfluß (EF) sich bewegt. Die Sinnesorgane können sehr viel mehr Daten verarbeiten als die Muskeln. Über eine Nervenleitung laufen maximal 1000 Impulse je Sekunde (Impulsfrequenzmodulation). Auch unter den Sinnesorganen zeigen sich große Unterschiede. Für das Auge stellt Zemanek [21] fest, daß etwa $6,5 \cdot 10^6$ Zäpfchen 1024 Helligkeitsstufen und 16 Farbtöne unterscheiden, während $120 \cdot 10^6$ Stäbchen nur 32 Helligkeitsstufen aufweisen; das sind

$$(10 + 4) \text{ bit} \cdot 6,5 \cdot 10^6 + 5 \text{ bit} \cdot 120 \cdot 10^6 \approx 7 \cdot 10^8 \text{ bit je Bild.}$$

Bei einer Auflösung von 14 Bildern je Sekunde käme man auf 10^{10} bit/s. Jacobsen [12] berechnet aus der Sehschärfe und der Fusionsgrenze nur 240000 Sehschärfequadrate je Bild. 18 Bilder je Sekunde entsprechen dabei $4,3 \cdot 10^6$ bit/s. Ferner bezifferte Jacobsen [11] die Kapazität des Ohres, bei dem man noch die gegenseitige Verdeckung berücksichtigen muß, auf $(8 \dots 10) \cdot 10^8$ bit/s. Fack [15] ermittelte nach einer umfassenden Untersuchung für das Ohr $3,5 \cdot 10^4$ bit/s. Entsprechende Überlegungen stellte Zwicker [16] an.

Aus den Leseversuchen mit Einschluß des Bewußtseins von Pierce und Karlin [18] folgt, daß der Nachrichtenfluß im Zentralorgan offenbar am kleinsten ist. Wenn alle 26 Buchstaben des Alphabets gleich häufig vorkämen, müßte man $^2\log 26 = \lg 26 = 4,7$ bit je Buchstaben setzen, wegen der statistischen Einschränkungen bei sinnvoller Sprache aber nur 1,5 bit je Buchstaben, das heißt

$$EF_{\max} = \frac{5 \text{ Wörter}}{s} \cdot \frac{6 \text{ Buchstaben}}{\text{Wort}} \cdot \frac{1,5 \text{ bit}}{\text{Buchstaben}} = 45 \text{ bit/s}$$

Das wäre schon ein sehr hoch gegriffener Wert, der nur etwa eine Viertelstunde zumutbar ist, denn selbst bei eingelernten Übungen, wie Klavierspielen (22 bit/s), Maschineschreiben (16 bit/s), Addieren und Multiplizieren (12 bit/s) oder Abzählen (3,3 bit/s) gelangt man nach Küpfmüller [20] zu viel geringeren Werten.

Aus einer Mitteilung von Miller [14] geht hervor, daß das absolute Urteilsvermögen des Menschen noch kleiner ist. Insgesamt sind im allgemeinen nicht mehr als sieben unabhängige Entscheidungen gleichzeitig durchführbar, das wären $3 \dots 4$ bit. Zusammenfassend kann man also sagen, daß dem Menschen sowohl im Informationsfluß (nur 15 bit/s) als auch im Informationsbetrag (absolutes Urteil: 3 bit) enge Grenzen gezogen sind [17].

5. Abschätzungen des menschlichen Speichervermögens

Man kann zur Festlegung der unteren Grenze makroskopisch vom Wissenskomplex der Sprache ausgehen, wie es Küpfmüller getan hat. Es ist anzunehmen, daß ein Mensch insgesamt 100 000 Wörter seiner Muttersprache kennt (der Volksbrockhaus enthält mehr als 250 000 Wörter). Zur Auswahl eines Buchstabens sind 1,5 bit für die Sprechweise und 1 d 32 = 5 bit für die Schreibweise nötig. Man käme auf $3,9 \cdot 10^6$ bit bei 6 Buchstaben je Wort allein für das Wortgedächtnis; das wäre das Fassungsvermögen von 10 normalen Magnettrommelspeichern. Daneben müssen noch die Mitteilungen der anderen Sinnesorgane behalten werden.

Aus dem Altertum wird berichtet, daß König Mithridates von Pontus 22 Sprachen beherrscht haben soll. Kardinal Mezzofanti († 1849 in Rom) sagt man nach, daß er 66 Sprachen verstanden und 36 gesprochen habe. Alexander und Cäsar kannten die Namen aller ihrer Soldaten. Es waren mehr als 30 000. Ein ausgezeichnetes musikalisches Gedächtnis besaß Mozart, der im Alter von 14 Jahren Allegri sowie vier- und fünfstimmige Miserere mit neunstimmigem Schlußchor nach zweimaligem Anhören in der Sixtinischen Kapelle niederschrieb [27]. Der Analphabet und Rechenkünstler Inaudi vermochte zwei 24stellige Zahlen im Kopf miteinander zu multiplizieren, zwischendurch Fragen zu beantworten und 42 vorgesprochene Ziffern zu wiederholen (Durchschnittsmensch höchstens 13) [26].

Miller [19] legt in seiner Schätzung einen optimalen Entscheidungsfluß zugrunde. Wenn im günstigsten Fall innerhalb eines Lebens nichts vergessen würde, ergäben sich nach 80 Jahren $4,5 \cdot 10^{10}$ bit bei 16 Stunden täglichen Wachseins. Die untere Grenze beziffert er auf $1,5 \cdot 10^6$ bit, da der Mensch etwa 1000 Wissenskomplexe wie die Multiplikationstabelle auswendig wisse, die 1500 bit erfordere. Als erfahrener Psychologe warnt er davor, die Gedächtniskapazität zu überschätzen, da es ein wichtiges Merkmal des menschlichen Geistes sei, das Gedächtnis durch Regeln zu entlasten (z.B. das Sprechen einer Sprache mit Hilfe weniger Grammatikregeln). Es sei bei einer Gedächtnisleistung schwierig, zwischen Reproduktion und Rekonstruktion zu unterscheiden.

Good [7] kommt unter der Annahme, daß die Speicherung in den Synapsen (10 verschiedene Zustände möglich) erfolge, bei 30 Synapsen je Neuron und 10^{10} Neuronen auf 10^{12} bit, wovon jedoch nur ein Bruchteil jederzeit zugänglich sei. Gemessen an dem redundanten Speicherinhalt der Kongreß-Bibliothek in den USA (10^7 Bände oder 10^7 Bücher $\cdot 10^6$ bit je Buch = 10^{13} bit), ist das kaum mehr vorstellbar.

McCulloch [5] bezeichnete das Gehirn einmal als einen dreipfündigen 25-Watt-Computer mit einer Gedächtniskapazität von $10^{13} \dots 10^{15}$ bit bei einer Halbwertszeit von einem halben Tag und wirkungsvoller Regeneration von 5% seiner Gedächtnisspuren über 60 Jahre.

J. v. Neumann stellte in seiner letzten wissenschaftlichen Veröffentlichung [8] die folgende Überlegung zu diesem Thema an. Der Standard-Rezeptor verarbeite 14 bit/s. Mit 10^{10} Nervenzellen (Flächendichte im Gehirn etwa $5 \cdot 10^4$ Neuronen je Quadratmillimeter [36]), die der menschliche Körper aufweise, käme man auf einen totalen Informationseingang von $14 \cdot 10^{10}$ bit/s. Da es kein vollständiges Vergessen der Nervenzellen gäbe, müßte ein riesengroßer Speicherraum für einen Zeitabschnitt von mindestens 60 Jahren zur Verfügung stehen, was auf die Zahl $C_{\max} = 2,8 \cdot 10^{20}$ bit führt. — Übrigens ist nach der Auffassung von Bleuler [29] und Störing [30] das Vergessen lediglich dadurch bedingt, daß alle Wahrnehmungen des Menschen übereinander geschrieben werden. Nicht die Zeit an sich trägt also zum Vergessen bei, sondern die Eindrücke in der Zeit. Störing beobachtete nämlich an einem Patienten, der infolge einer Gasvergiftung nur noch ein Kurzzeitgedächtnis von 1 s Dauer besaß und keine neuen dauerhaften Eindrücke mehr sammeln konnte, daß länger als ein Jahrzehnt nicht das geringste Nachlassen der Erinnerungen vor dem Unfall zu erkennen war. Auch Weinschenk machte bei Merkversuchen an Patienten mit Erkrankungen des zentralen Nervensystems vielfach die Feststellung, daß das unmittelbare Gedächtnis kaum gestört war, während das mittelbare oder Dauergedächtnis stark gestört schien [33].

Ausgehend von der Ebbinghaus'schen Vergessenskurve [24, 31], formulierte v. Förster im Jahre 1948 eine Gedächtnistheorie [32], die eine ganze Reihe von Erscheinungen zwanglos erklärt. Bestandteil seiner Hypothese ist unter anderem die Annahme eines Sofortgedächtnisses und eines Dauergedächtnisses. Die Anzahl der kurzlebigen Gedächtnisträger wird als proportional der Oberfläche des Men-

schen angenommen, die Anzahl der langlebigen Träger, die er „Mneme“ nennt und in den Eiweißmolekülen vermutet, sei proportional dem Gehirnvolumen. Mit $L = 10$ cm als Lineardimension des Gehirns und $l = 10^{-6}$ cm = $0,01 \mu$ der Lineardimension eines Proteins ergibt sich als die Mneme-Anzahl $L^3/l^3 = 10^{21}$. Da aber ein Proteinmolekül mindestens 1 bit speichern könne — so schreibt Good — ergäbe sich ein Speichervermögen von $C_{\max} = 10^{21}$ bit im Dauergedächtnis.

Eine Zusammenfassung der von den genannten Autoren gemachten Zahlenangaben enthält Tab. II.

Den Widerspruch zwischen einem derart großen Speichervolumen und der Unzulänglichkeit unseres Gedächtnisses versucht Quastler [6] folgendermaßen zu erklären: Für die bewußten Vorgänge, das heißt die Speicherung von Erlebnisgehalten, Wörtern, Begriffen usw., sei offenbar von der Natur nur ein Bruchteil des Gesamtspeichervolumens vorgesehen, denn für die bewußten Vorgänge verarbeite der Mensch nur kleine Informationsbeträge, und zwar nur kurze Zeit.

Tab. II. Abschätzungen des menschlichen Speichervermögens

Autor	Speichervermögen	Anzahl der bit
Küpfmüller	$C_{\min} = (1,5 + 5) \frac{\text{bit}}{\text{Buchstaben}} \times 6 \frac{\text{Buchstaben}}{\text{Wort}} \cdot 10^5 \text{ Wörter}$	$= 3,9 \cdot 10^6$
Miller	$C_{\min} = 1500 \frac{\text{bit}}{\text{Multiplikationstabelle}} \times 1000 \text{ Wissenskomplexe}$ $C_{\max} = 25 \frac{\text{bit}}{\text{s}} \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{Tag}} \cdot 80 \text{ Jahre}$	$= 1,5 \cdot 10^6$ $= 4,5 \cdot 10^{10}$
Good	$C = 10^{10} \text{ Neuronen} \cdot 30 \frac{\text{Synapsen}}{\text{Neuron}} \times 3,3 \frac{\text{bit}}{\text{Synapse}}$	$= 10^{12}$
McCulloch	$C =$	$10^{13} \dots 10^{15}$
v. Neumann	$C_{\max} = 10^{10} \text{ Zellen} \cdot 14 \frac{\text{bit}}{\text{s} \cdot \text{Zelle}} \cdot 60 \text{ Jahre}$	$= 2,8 \cdot 10^{20}$
v. Förster	$C_{\max} = \frac{(10 \text{ cm})^3}{(10^{-6} \text{ cm})^3} \frac{\text{Proteinmoleküle}}{\text{bit}} \times 1 \frac{\text{bit}}{\text{Proteinmolekül}}$	$= 10^{21}$

Im Körper vollzogen sich aber noch viele andere unbewußte Informationsflüsse (z.B. die Anweisungen für die tägliche riesige Produktion von Makromolekülen) in der Größenordnung von $3 \cdot 10^{24}$ bit je Tag = $3,9 \cdot 10^{19}$ bit/s, wovon $10^5 \dots 10^9$ bit je Tag nichtredundante Information sei.

6. Mechanistische Gedächtnis-Hypothesen

Es ist eine Eigentümlichkeit des menschlichen Erkennens, sich von einer unbekannten Angelegenheit zunächst eine Modellvorstellung zu machen. Schnell ist man zu Analogieschlüssen bereit, wenn die fremde Sache einige Gemeinsamkeiten mit den bisherigen Erfahrungen hat. Dieser Verhaltensweise begegnet man auch in allen Versuchen, das rätselhafte Phänomen Gedächtnis zu erklären. Die Richtigkeit einer Hypothese darüber erweist sich jedoch erst dann, wenn alle Eigenschaften des Rätsels widerspruchsflos gedeutet werden können.

Seit Anfang dieses Jahrhunderts war die Zentrentheorie in medizinischen Kreisen weit verbreitet, das heißt die Annahme, daß jedem einzelnen Empfangsorgan ein eigenes Befehls- und Gedächtniszentrum zugeordnet sei. Verfechter dieser Theorie, wie Brodmann, gingen sogar so weit, ganze „Gehirnlandkarten“ mit genauer Abgrenzung der Einzelbezirke anzufertigen [28, 36, 38]. Grund zu dieser Annahme bildeten die elektrischen Reizversuche des Gehirns seit Fritsch und Hitzig (1870), mit denen man an vielen Stellen des

Körpers motorische Effekte auslösen kann. Auch die klinische Beobachtung von Ausfallerscheinungen an Patienten, wie zum Beispiel die motorische Aphasie (Worte nicht sprechen können), Alexie (nicht lesen können), sensorische Aphasie (Worte nicht verstehen) und der Vergleich mit den Sektionsbefunden, schienen die Lokalisationstheorie zu bekräftigen. Schließlich praktizierte man die reichlich grausame Methode, Hunden, Affen oder Tauben Teile des Großhirns herauszuschneiden, um dann zu sehen, welche Funktionen erhalten bleiben.

Neuere Erkenntnisse [36], gewonnen mit Hilfe der Elektroencephalografie (Ableitung von Aktionspotentialen von Gehirnarealen) und der Neuronografie (Ableitung bei zeitweiser Lähmung von Rindenfeldern durch Strychnin), deuten jedoch darauf hin, daß die Grenzünterschiede verwaschener sind (Aquarell statt Staatenkarte), und zwar noch mehr bei den Assoziationsfeldern als bei den Projektionsfeldern. Andererseits müssen zum Neuerwerb von Gedächtnisinhalten größere Gehirngebiete zusammenarbeiten, wobei Gedächtnisspuren an verschiedenen Stellen gleichzeitig entstehen. Wegen der doppelten und gegenseitigen Repräsentation der Rindenfelder und des Überlappens einzelner Reizfelder kam es bei den Ausschaltversuchen an Tieren bisweilen zur Umbildung von Gedächtnisfunktionen (z. B. großhirnlose Tauben lernten wieder gezieltes Fliegen), so daß sich die strenge Zentrentheorie nicht mehr aufrechterhalten läßt. Sie besagt ja auch nur, daß bestimmte Gebiete zur Gedächtnisfunktion notwendig sind, erklärt aber nicht deren Arbeitsweise.

Sie führte jedoch zu einer Reihe extrem mechanistischer Vorstellungen [28], wie die Zellentheorie von H. Munk (1881). Andere Auffassungen waren die Ähnlichkeitsreproduktion durch „abgestimmte Nervenbahnen“ oder die „Ausschleifungslehre“, ferner die „Resonanzanalogie“ von Lindworsky (1926).

7. Elektrische Analogien für den Gedächtniskreis

Die mechanistischen wie die psychistischen Hypothesen sind genauso abzulehnen wie die heutigen Analogien zu elektronischen Speicheranordnungen, weil sie die physiologische Grundlage nicht genügend berücksichtigen. Beispielsweise vertritt Couffignal (1955) in seinem Buch „Denkmaschinen“ die Auffassung, daß sich geschlossene Kreise gut zur Aufbewahrung von Wellen eignen, wie zum Beispiel beim Quecksilberspeicher. Im Kleinhirn seien es die Purkinje-Zellen, die den Grundstock des unveränderlichen motorischen Gedächtnisses bilden. Kemeny [4] stellt sich dagegen die Arbeitsweise eines Gedächtniskreises wie die eines Flip-Flop vor. Kommt der Aktivie-

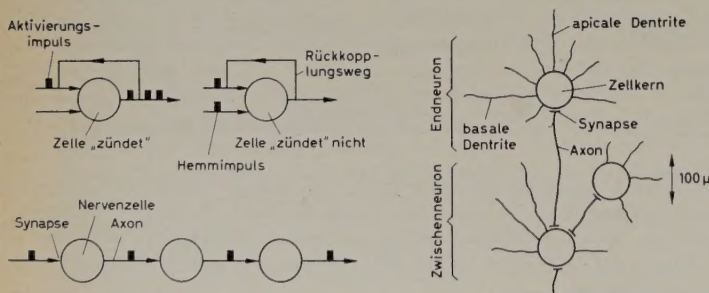


Bild 3 (links). Elektrische Analogien für den Gedächtniskreis. Rückgekoppelte Zelle als Gedächtniskreis (oben), Verzögerungskette aus Neuronen als Kurzspeicher (unten). Bild 4 (rechts). Schematische Darstellung eines pyramidalen Neurons

rungsimpuls allein, dann antwortet die Zelle mit einem Impulsausbruch. Liegt ein gleichzeitiger Inhibierungsimpuls an, dann „zündet“ die Zelle nicht (Bild 3). McCulloch und Pitts gaben mit ihrem Neuronenmodell (1943) Anlaß zu dieser Vorstellung.

8. Elektrophysiologische Modellvorstellungen für das Gedächtnis

Nicht einmal der Kurzzeit-Speichermechanismus, der zweifellos im Körper zur Aufbewahrung von Zwischenergebnissen während der Verknüpfung notwendig und vorhanden ist, läßt sich in einfacher Analogie zu einer elektrischen Verzögerungsleitung als eine Verzögerungskette aus Neuronen erklären, wie im Bild 3 unten angedeutet.

Eine Nervenzelle hat eine Refraktärzeit von etwa 1 ms. Die Verbindungsstrecke Haarzellen im Innenohr—Zentralorgan soll sich in rund 40 Nervenabschnitte (Neuronen) unterteilen, das brächte nur

1 · 40 = 40 ms Verzögerung zuzüglich der Laufzeit auf den Axonen (den nervus acusticus entlang) bis zum Hörzentrum von höchstens

$$\frac{5 \text{ cm}}{10 \text{ m/s}} = 5 \text{ ms,}$$

d. h. im längsten Fall 40 + 5 = 45 ms.

Der Abklingvorgang beim Ohr liegt nach vielen eigenen Messungen¹⁾ in der Größenordnung von Zehntelsekunden, und es ist nicht ganz sicher, ob die Haarzellen allein für die große Ausklingzeitkonstante verantwortlich gemacht werden können. Einen Ausweg aus dieser Situation weiß Rochester [5]. Er argumentiert, daß zum Zählen einer Ziffer mindestens 100 ms nötig seien (10 Ziffern könne man bestenfalls in 1 s abzählen und behalten), um Zwischenergebnisse speichern zu können. Die einfache Neuronenkette schafft es aber nicht, diese Zeit zu überbrücken, es müsse sich daher um eine Art diffusen Erregungsnachhalls entlang den Neuronenketten handeln. Auf einer Rechenmaschine „IBM 701“ simulierte er den Vorgang für eine Gruppe künstlicher Neuronen (63 Stück), von denen jedes zu acht anderen Verbindung hatte, und fand Nachhallzeiten bis zu 150 ms. Die Vermutung zirkulierender Aktivität in Zellgruppen wird durch encephalografische Messungen der Gehirntätigkeit im Schlaf gestützt. Die Aktivität großer Hirnbereiche erlischt nämlich während des Schlafes. Gleichzeitig findet die gedächtnisreinigende Wirkung des Schlafes statt, der den Menschen von den Sorgen und Ängsten des Alltages entrückt. Diese Beobachtung führte auch zu dem Schluß, daß das Dauergedächtnis, das selbst tiefer Schlaf und leichte medikamentöse oder elektrische Schockbehandlungen nicht beeinträchtigen, irgendwie durch Strukturspeicher und nicht durch laufend energieverzehrende Anordnungen gebildet wird.

Die Strukturspeicher glaubt man nun in den Synapsen der Neuronen gefunden zu haben. Bild 4 zeigt schematisch eine pyramidische Neuronenzelle, wie sie Ramon, Cajal und Lorente de No im Großhirn vorfanden. Der Zellkern hat etwa $\frac{1}{10}$ mm Durchmesser. Das Axon ist die Verbindungsleitung zu anderen Neuronen, Muskeln oder Drüsen (Länge 1 mm...1 m) und mündet in den synaptischen Spalt (10 nm Dicke). Die Zelle verbrennt Zucker, daher im Gehirn auch der enorm hohe Sauerstoffverbrauch, die Flächenkapazität ist $1 \mu\text{F}/\text{cm}^2$, und der Hautwiderstand ist extrem nichtlinear. Die ankommenden Impulse haben eine Ansteigzeit von 0,5 ms und eine Dauer von 1 ms. Die Zellausläufer heißen Dendriten, sind 0,2...0,3 µ dick und bis zu 1 mm lang [5, 35]. Selten sind die Impulsfrequenzen über 250 Hz, die entwickelten Leitungsgeschwindigkeiten liegen zwischen 1 und 120 m/s. Wesentlich ist nun, daß die Reizschwelle der Zelle mit wachsender Aktivität herabgesetzt wird, denn ein frei werdender Überträgerstoff (z. B. Acetylcholin) ändert die Durchlässigkeit der Zellwände (bedeutet Strukturveränderung).

Rosenblatt schrieb über den Abspeichervorgang und das Auslesen, daß es hierfür zwei verschiedene Arten von Gedächtnishypothesen gäbe [37]. Die „Code-Gedächtnistheoretiker“ vertreten die Auffassung, daß die durch die Eingangskanäle ankommende sensorische Information ihre entsprechenden oder reduzierten Repräsentationen in Form von Gedächtnisspuren haben müsse. Sie werden dabei zu der Annahme gezwungen, daß bei der Wahrnehmung und Auslösung einer entsprechenden motorischen Reaktion jeder Reiz mit dem Speicherinhalt verglichen werden muß. Die „Konnektionisten“ sehen dagegen das ganze Nervensystem nur als ein Schalt-Netzwerk an. Hierbei rufen bekannte Reize motorische Reaktionen einfach infolge Durchlaufens einmal geschaffener Wege hervor, unbekannte Reize müssen sich neue Schaltwege suchen. Die Speicherung besteht hier nach in der Bevorzugung eines besonderen Schaltweges.

Die zahlreichen Ergebnisse von Ausschaltversuchen des Neurophysiologen Lashley [34] deuten auf die letztgenannte Verifikation der Informationsspeicherung im Nervensystem hin. Lashley beobachtete an Ratten, daß trotz Trennung der Assoziations- und Projektionsfelder keine Amnesien in Erscheinung traten, wohl aber andere Veränderungen. Auch fand er keine Endneuronengruppen oder nicht in Leitungszügen befindliche Reservezellen, die im Sinne von Brodmann als lokale Gedächtniszentren in Frage kämen. Er führte den Beweis durch Auszählen der Nervenleitungen und der entsprechenden Neuronen. Andererseits sind nach seiner Meinung fast alle Zellen bei der Hirntätigkeit aktiv, und jedes Neuron muß für viele Spuren gleichzeitig dienen.

¹⁾ Schaefer, E.: Der Abklingvorgang beim Ohr nach Geräuschbelastung. Frequenz Bd. 13 (1959) Nr. 10, S. 316—323

10^9 Operationen ein Relais Fehler mache, das Gehirn aber erst nach 10^{12} Operationen. Ein Rechenautomat mit 20000 Operationen je Sekunde müßte über 10^4 Stunden oder 20 Monate lang ohne einen Fehler arbeiten, um ebenso betriebssicher zu sein. Gewöhnlich ist die „downtime“ solcher Rechner 5...15% der Gesamtbetriebsdauer. Die Natur demonstriert also den Technikern, daß bei großen Rechenautomaten mit sehr vielen Bauteilen die redundante Bauweise mit unpräzisen Bauelementen betriebssicherer ist als das Prinzip des Minimums an Aufwand und enger Fertigungstoleranzen für die einzelnen Bausteine. Auch sind die Kosten von Nachrichtenspeichern noch beträchtlich [43]. Bemerkenswert ist das Verhältnis der Zugriffszeit zum Speichervolumen bei Speichern mit willkürlichem Zugriff (z.B. Kernspeicher 10^{-11} s/bit, Mensch 10^{-16} s/bit). Schließlich ist der geringe Energieverbrauch im Gehirn erstaunlich. v. Förster [32] meint, daß eine Transformationsleistung (Imprägnieren von langlebigen Gedächtnisträgern) nur 10^{-2} W benötige. Kemeny [4] beziffert den Gesamtenergieverbrauch im Gehirn auf 10^2 W. Eine Röhrenmaschine mit entsprechender Kapazität würde 10^8 W verbrauchen, eine transistorisierte Rechenmaschine 10^6 W. Die größte Leistung des Gehirns sehen die Kybernetiker jedoch in der unerreichten logischen Verknüpfung von Eingabedaten und Speichereinhalten (z. B. Übersetzen von Gedichten), wenn auch die Eingabegeräte moderner datenverarbeitender Maschinen viel größere Funktionsgeschwindigkeiten (bis zu 10^4 Zeichen je Sekunde) als der Mensch bewältigen.

11. Zusammenfassung

Es schien angebracht, zunächst einmal anzudeuten, wer sich für die Erforschung des menschlichen Gedächtnisses interessiert, und die Betrachtungswege aufzuzeigen, auf denen man bisher einen Einblick in die Phänomenologie, die Speicherkapazität und die Funktionsweise des Gedächtnisses gewonnen hat. Dann wurde versucht, in Form einer Gegenüberstellung mit dem entsprechenden Verhalten von technischen Nachrichtenspeichern die Gedächtniseigenschaften zu skizzieren. Als wesentliche Unterschiede ergaben sich die Mittelstellung zwischen Arbeits- und Festspeicherprinzip, die Assoziationsspeicherung, die Eigentümlichkeit, durch häufiges Sicherinnern einen Gedächtnisinhalt zu verstärken, und die Fähigkeit, Speichereinhalte von Zelle zu Zelle weiterzugeben.

Es wurden die Abschätzungen der menschlichen Speicherkapazität verschiedener Autoren zusammengetragen, um das Fassungsvermögen quantitativ einzugrenzen. Diese Angaben liegen zwischen 10^6 und 10^{21} bit, wahrscheinlicher Wert 10^{15} bit. Man geht dabei von den gespeicherten Wissenskomplexen, der speicherbaren Informationsmenge innerhalb eines Menschenlebens bei konstantem Entscheidungsfluß und schließlich von der Anzahl der Neuronen (Gedächtniselemente) aus.

Von den zahlreichen Hypothesen über die Funktionsweise des Gedächtnisses sind für die Dauerspeicherung das Prinzip der bedingten Reflexe und das plastische Neuronenmodell bemerkenswert. Als Kurzspeicheranordnungen sind Neuronengruppen mit Erregungsnachhall wahrscheinlich.

Den Ausführungen lag die Absicht zugrunde, einmal darzulegen, daß die Erforschung des Gedächtnisses für die heutige Technik der Nachrichtenspeicherung durchaus neue Anregungen bringen kann, denn die maximale Speicherkapazität, die Speicherdichte und der niedrige Energieverbrauch, wie sie im Gehirn vorkommen, sind noch weit entfernte Ziele für die Entwicklungsingenieure der datenverarbeitenden Technik.

Schrifttum

Allgemeine Gedächtnisstudien

- [1] McCulloch, W. S.: The brain as a computing machine. Electr. Engng. Bd. 68 (1949) S. 492—497
- [2] Müller, L. R.: Die Beziehungen des Traumes zum Gedächtnis. Dtsch. med. Wschr. Bd. 76 (1951) S. 695—698
- [3] ● Wiener, N.: Cybernetics or control and communication in the animal and the machine. S. 137—155. New York 1953, Technology press John Wiley & Sons
- [4] Kemeny, J. G.: Man viewed as a machine. Scientific American Bd. 192 (1955) Nr. 4, S. 58—67
- [5] McCulloch, W. S.: Brain, a computer with negative feedback. Trans. IRE electronic Computers Bd. EC-5 (1956) S. 240—241
- [6] Quastler, H.: The complexity of biological computers. Trans. IRE electronic Computers Bd. EC-6 (1957) S. 192—194
- [7] Good, I. J.: How much science can you have at your fingertips? IBM J. res. Dev. Bd. 2 (1958) Nr. 4, S. 282—288
- [8] ● v. Neumann, J.: The computer and the brain. New Haven 1958, Yale University press

- [9] Astrahan, M. M.: The role of large memories in scientific communications. IBM J. res. Dev. Bd. 2 (1958) Nr. 4, S. 310—313
- [10] Steinbuch, K.: Lernende Automaten. Elektron. Rechenanl. Bd. 1 (1959) Nr. 3, S. 112—118 u. Nr. 4, S. 172—175

Informationstheoretische Betrachtung des Menschen

- [11] Jacobsen, H.: Information and the human ear. J. acoust. Soc. Amer. Bd. 23 (1951) S. 463—471
- [12] Jacobsen, H.: The informational capacity of the human eye. Science Bd. 113 (1951) S. 292—293
- [13] ● Dancoff, S. M., u. Quastler, H.: Information theory in biology (Kap. The information content and error rate of living things). Urbana, Ill., 1953, University of Illinois press
- [14] Miller, G. A.: The magical number seven; plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. Psychological Review Bd. 63 (1956) S. 81—97
- [15] ● Winckel, F.: Impulstechnik (Abschn. Informationstheoretische Behandlung des Gehörs, bearbeitet von Fack, H.), S. 289—338. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1956, Springer
- [16] Zwicker, E.: Die elementaren Grundlagen zur Bestimmung der Informationskapazität des Gehörs. Acustica Bd. 6 (1956) S. 365—381
- [17] ● Cherry, C.: Information theory (Abschn. Studies of human channel capacity, bearbeitet von Quastler, H.), S. 361—371. London 1956, Butterworths scientific publications
- [18] Pierce, J. R., u. Karlin, J. E.: Reading rates and the information rate of a human channel. Bell Syst. techn. J. Bd. 36 (1957) S. 497—516
- [19] Miller, G. A.: A note on the remarkable memory of man. Trans. IRE electronic Computers. Bd. EC-6 (1957) S. 194—195
- [20] Küpfmüller, K.: Informationsverarbeitung durch den Menschen. Nachrichtentechn. Z. Bd. 12 (1958) Nr. 2, S. 68—74
- [21] ● Zemanek, H.: Elementare Informationstheorie (Kapitel 2.44. Der Informationsfluß im Nervensystem). Wien und München 1959, Oldenbourg

Psychologie und Phänomenologie des Gedächtnisses

- [22] ● Hering, E.: Über das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organisierten Materie. Reihe „Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften“ (Nr. 148). Leipzig 1870 und 1921, Akadem. Verlagsgesellschaft.
- [23] ● Ribot, Th.: Das Gedächtnis und seine Störungen. Hamburg und Leipzig 1882, Verlag Leopold Voss
- [24] ● Ebbinghaus, H.: Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie. Leipzig 1885, Verlag Duncker & Humblot
- [25] ● Semon, R.: Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens. Leipzig 1904, Verlag Wilh. Engelmann
- [26] ● Meumann, E.: Ökonomie und Technik des Gedächtnisses. Experimentelle Untersuchungen über das Merken und Behalten. Leipzig 1908, Verlag Julius Klinkhardt
- [27] ● Offner, M.: Das Gedächtnis. Die Ergebnisse der experimentellen Psychologie und ihre Anwendung in Unterricht und Erziehung. Berlin 1924, Verlag Reuther & Reichardt
- [28] ● Fischl, J.: Unsere Gedächtnisbilder. Eine Untersuchung des menschlichen Gedächtnisses. Reihe „Theologische Studien der Österreichischen Leo-Gesellschaft“ (Nr. 32). Wien 1932, Mayer & Co.
- [29] ● Bleuler, E.: Naturgeschichte der Seele und ihres Bewußtwerdens, S. 67—87. Berlin 1932, Springer
- [30] ● Störing, G. E.: Gedächtnisverlust durch Gasvergiftung: Ein Mensch ohne Zeitgedächtnis. Leipzig 1936, Akadem. Verlagsgesellschaft.
- [31] ● Rohrer, H.: Einführung in die Psychologie (Kap. Gedächtnis). 1946 und 1953, Verlag Urban & Schwarzenberg
- [32] ● v. Förster, H.: Das Gedächtnis. Eine quantenphysikalische Untersuchung. Wien 1948, Verlag Franz Deuticke
- [33] ● Weinschenk, C.: Das unmittelbare Gedächtnis als selbständige Funktion. Göttingen 1955, Verlag f. Psychologie

Physiologie des Gedächtnisses

- [34] ● Lashley, K. S.: Physiological mechanisms in animal behaviour (Kap. In search of the engram). Cambridge 1950, University press
- [35] ● Eccles, J. C.: The neurophysiological basis of mind, S. 193—228. Oxford 1953, Clarendon press
- [36] ● Rein, H., u. Schneider, M.: Einführung in die Physiologie des Menschen, S. 500—544. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1955, Springer
- [37] Rosenblatt, F.: The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. Psycholog. Rev. Bd. 65 (1958) Nr. 6, S. 386—408
- [38] Beurle, R. L.: Storage and the manipulation of information in the brain. J. Instn. electr. Eng. London Bd. 5 (1959) Nr. 50, S. 75—82
- [39] Willis, D. G.: Plastic neurons as memory elements. Vortrag auf der ICIP-Tagung, Paris, 1959. IRE Wescon Convention Rec. Bd. 3 (1959) Teil 4, S. 55

Technische Informationsspeicherung

- [40] Eckert, J. P.: A survey of digital computer memory systems. Proc. IRE Bd. 41 (1953) S. 1393—1406
- [41] Steinbuch, K.: Elektrische Gedächtnisse für Ziffern. SEG-Nachr. Bd. 4 (1956) S. 165—173
- [42] Steinbuch, K.: Elektrische Zuordner. Nachrichtentechn. Z. Bd. 10 (1957) Nr. 6, S. 277—287
- [43] Claydon, D. O.: Storage systems for computers. Process control and automation Bd. 5 (1958) Nr. 11, S. 455—459
- [44] Runge, W. T.: Einführung in die elektronische Speichertechnik. Fernmelde-Praxis Bd. 36 (1959) Nr. 13, S. 505—519
- [45] Morgan, W. L.: Bibliography of digital magnetic circuits and materials. Trans. IRE electronic Computers Bd. EC-8 (1959) S. 148—158
- [46] Garwin, R. L.: An analysis of the operation of a persistent-supercurrent memory cell. IBM J. res. Dev. Bd. 1 (1957) Nr. 4, S. 304—308

(eingegangen am 28. Dezember 1959)

Gerät zur Erzeugung von Farbbalken nach der NTSC-Norm*

DK 621.397.9

Für Untersuchungen an Farbfernsehgeräten verwendet man Farbbalkengeber. In dem beschriebenen Gerät wird das Farbbalkensignal direkt aus dem Helligkeits- und Chrominanzsignal gewonnen. Monostabile Multivibratoren, die in einer Kette zusammengeschaltet sind und deren Reihenfolge über einen Tastensatz frei wählbar ist, erzeugen die Rechteckimpulse für das Helligkeitssignal. Von zum Helligkeitssignal kongruenten Impulsen werden Sinusschwingungen auf die Farbhilfsträgerfrequenz aufgetastet. Das zu jeder Farbe gehörige HF-Signal ist in stark gegengekoppelten Verstärkern mit Laufzeitkabeln in Amplitude und Phase einstellbar. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß die für die Farbsättigung bestimmende Phase des Farbhilfsträgers genügend konstant und definiert ist. Die Zeit zwischen zwei Farbsprüngen kann kleiner als $0,1 \mu s$ gehalten werden.

Für Untersuchungen an Farbfernsehgeräten nach der NTSC-Norm verwendet man vorteilhafterweise Farbbalkengeber. Die bisher bekannten Farbbalkengeber gehen bei der Erzeugung des Ausgangssignals vom dreikanaligen Videosignal

$$E_R', E_G', E_B'$$

aus, das in einer Matrix-Schaltung und in NTSC-Modulatoren zum einkanaligen Farbbalkensignal formiert wird. Die Einstellungen sind hierbei besonders kritisch, da die Phasen des Farbhilfsträgers nur mittelbar erzeugt werden. Fehlermöglichkeiten beim Abgleich von Farbfernsehempfängern wären leicht gegeben, da sich die Einstellungen der Matrix in Empfänger und Geber gegeneinander kompensieren lassen; dasselbe gilt für Nichtorthogonalitäten der Modulations- und Demodulationsachsen.

Aus diesem Grunde wurden Helligkeits- und Farbhilfsträgersignal einzeln und unmittelbar erzeugt und dann zusammengesetzt. Hierbei ließ sich in einfacher Weise eine weitere Forderung, nämlich die durch Tastendruck freie Wählbarkeit der Farbbalkenfolgen, erfüllen.

Bei dem zu beschreibenden Gerät wird das Ausgangssignal direkt aus dem Helligkeits- und dem Chrominanzsignal, das aus sechs aufeinanderfolgenden Balken für die Primärfarben Rot, Grün, Blau, Zyan, Magenta und Gelb besteht, zusammengesetzt.

Von dem im Gerät erzeugten Zeilensynchronsignal wird über einen Tastensatz einem einer Farbe entsprechenden Chassis-Baustein ein Impuls zugeführt, der einen Univibrator anstößt. Dessen Impulse von der Länge eines Farbbalkens werden dann zur Erzeugung des Helligkeitssignals und zur Austastung der Farbhilfsträgerschwingung verwendet, so daß eine zeitliche Deckung von Helligkeits- und Chrominanzsignal gewährleistet ist. Die Erzeugung der Farbhilfsträgerschwingungen erfolgt in stark gegengekoppelten Verstärkern mit Laufzeitkabeln. Im Bild 1 ist das Blockbild der Anlage zu sehen.

Von der Rückflanke des Zeilenaustastimpulses wird ein differenzierter Impuls abgeleitet, den man über einen Tastensatz beispielsweise dem Baustein für die Farbe Grün zuführt. Dieser Impuls stößt einen Univibrator an, der Rechteckimpulse erzeugt. Nach zweimaliger Begrenzung und Einstellung der für Grün notwendigen Amplitude steht das Helligkeitssignal für Grün zur Verfügung. Von der Rückflanke des Impulses B wird ein differenzierter Impuls abgeleitet, der wiederum über den Tastensatz — beispielsweise zum Anstoß des Univibrators für den Baustein der Farbe Blau — dient. In gleicher Weise werden die Helligkeitssignale für alle übrigen Farbbalken erzeugt und addiert.

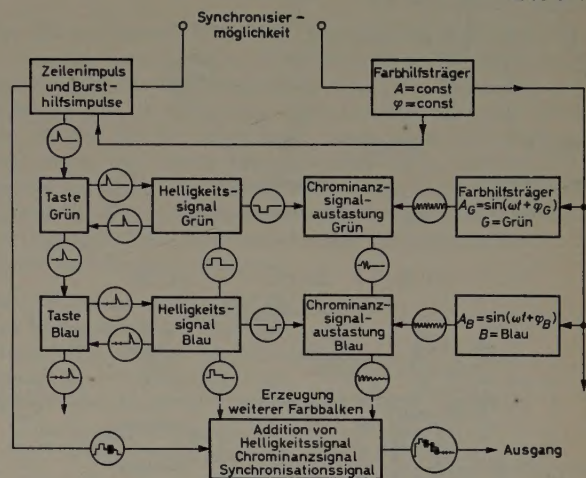


Bild 1. Blockbild des Farbbalkengebers

Der begrenzte Univibrator-Impuls, der die Dauer eines Farbbalkens repräsentiert, dient zur Austastung des zugehörigen Farbhilfsträgersignals, dessen Amplitude und dessen Phase zuvor in einem gleichwertigen Baustein eingestellt wurden.

Die einzelnen Schwingungszüge werden wiederum addiert und — nach Einpegelung des Helligkeits- und Synchronsignals — zum gewünschten Ausgangssignal zusammengesetzt.

Die Farbhilfsträgerschwingung wird dem Farbbalkengeber entweder von außen zugeführt und der Impulsgeber von entsprechenden Frequenzteilen synchronisiert oder aber — was für manche Untersuchungen ausreichend ist — in einem Startoszillator erzeugt, der von der im Gerät vorhandenen Impulszentrale angestoßen wird.

Die von dieser Impulszentrale erzeugten Impulse sind im Bild 2 gezeichnet. Der zeilenfrequente Impulsgeber kann von dem differenzierten Impuls A synchronisiert werden, so daß Zeilenaustastimpuls B und Zeilenimpuls C entstehen. Weiterhin stellt die Impulszentrale den Burstaustastimpuls D , den Anstoßimpuls E für die Univibrator-Kette und den Tastimpuls F für den Startoszillator (der wahlweise einschaltbar ist) zur Verfügung.

Bild 3 zeigt im Impulsdiagramm die Arbeitsweise des Bausteins Farbbalken.

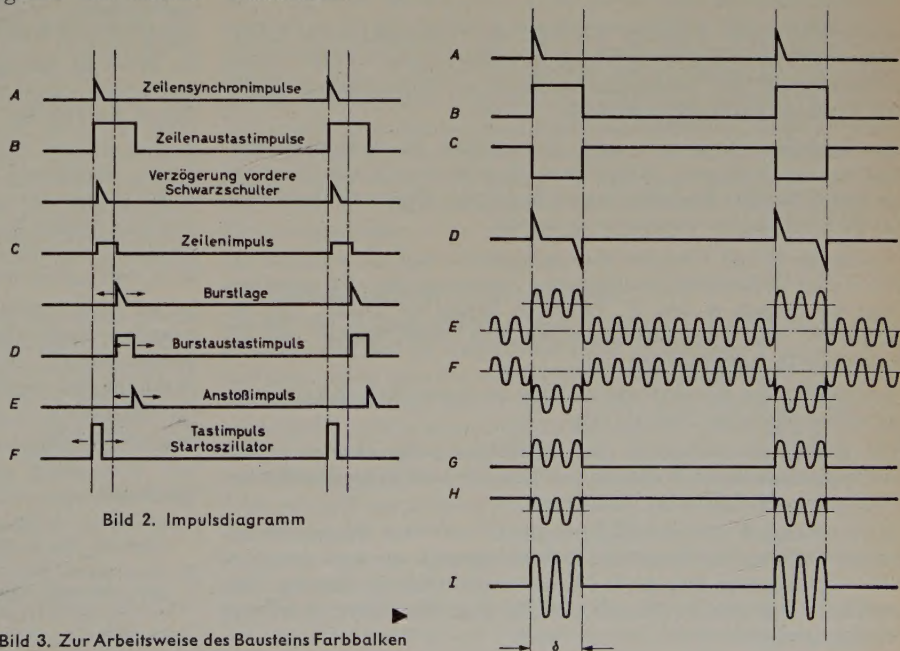


Bild 2. Impulsdiagramm

Bild 3. Zur Arbeitsweise des Bausteins Farbbalken

*) Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der siebenten Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft in Darmstadt am 11. September 1959

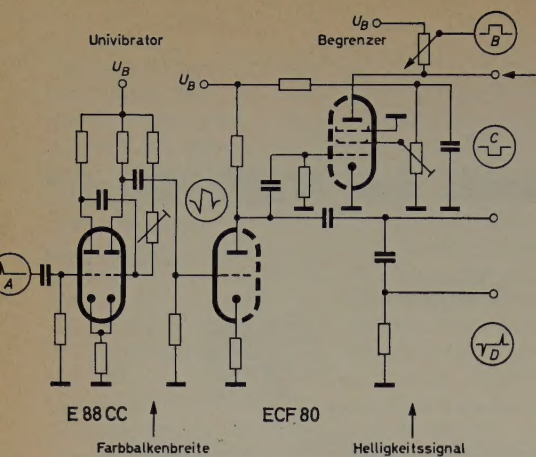


Bild 4. Univibrator- und Begrenzerschaltung

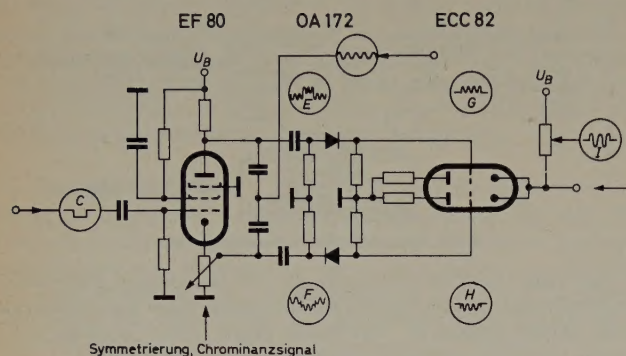


Bild 5. Schaltung zur Austastung der Farbhilfsträgerschwingung

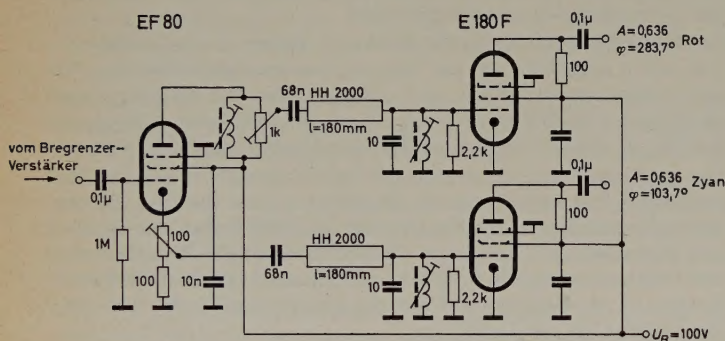


Bild 6. Schaltung zur Erzeugung des Farbhilfsträgersignals

Der Anstoßimpuls A erzeugt mit Hilfe des Univibrators den Rechteckimpuls B , der zum Helligkeitssignal weiterverarbeitet wird. Durch Differentiation der Rückflanke entsteht der Anstoßimpuls D für den nächsten Farbbalken-Baustein.

Den Impulsen B und C wird gleichphasig die Farbhilfsträgerschwingung überlagert. Jedem Farbbalken-Baustein entspricht dabei ein Farbhilfsträger-Baustein, der die zugehörige Phase und Amplitude des Farbhilfsträgers einzustellen gestattet.

Die Signale E und F werden nun so begrenzt, daß nur während der Zeit δ eine Farbhilfsträgerschwingung vorhanden ist. Es entstehen dann die Signale G und H . Dabei ist darauf zu achten, daß die Amplitude der Farbhilfsträgerschwingung stets kleiner als die Hälfte der Impulsamplitude I ist.

Die Addition der Signale G und H führt zu einem Farbhilfsträgerzug, der symmetrisch zur Nulllinie liegt.

Bild 4 zeigt die Schaltung des Univibrators, die Erzeugung des Helligkeitssignals, der Austastungssignale und des Anstoßimpulses für den Univibrator des folgenden Bausteins.

Der Univibrator mit der Röhre E 88 CC wird vom Impuls A angestoßen und im Triodenteil der ECF 80 begrenzt. An der Anode entsteht ein negativer Impuls, der differenziert wird, so daß ein zum Impuls A äquivalenter Impuls für den folgenden Univibrator zur Verfügung steht.



Bild 7. Synchronsignal mit Burst



Bild 8. Ausgangssignal

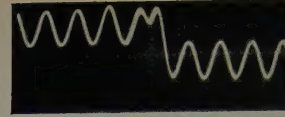


Bild 9. Blau-Gelb-Sprung

In dem Pentodenteil wird das Helligkeitssignal formiert. Es erfolgt nochmalige Begrenzung und Einstellung der Impulsamplitude, die für alle Farbbalken verschieden ist. Die Anoden aller Pentoden sind parallelgeschaltet. Damit entsteht am sehr niederohmigen Potentiometer das Helligkeitssignal (Anstiegszeit etwa 50 ns).

Der Impuls C dient zum Austasten der Farbhilfsträgerschwingung, wie aus der Schaltung im Bild 5 hervorgeht.

Eine Phasenumkehrstufe erzeugt einen positiven und einen negativen Impuls, und die zugehörige Farbhilfsträgerschwingung wird der Anode und der Katode dieser Stufe gleichphasig zugeführt. Die Dioden OA 172 begrenzen die Signale in der zuvor beschriebenen Weise, und in der ECC 82, deren Anoden auf einen gemeinsamen Arbeitswiderstand arbeiten, werden die Signale addiert, so daß nur die ausgetastete Farbhilfsträgerschwingung übrigbleibt. Mit dem Potentiometer in der Katodenleitung der EF 80 kann die Unterdrückung des Austastimpulses sichergestellt werden.

Wiederum liegen die Anoden aller ECC 82 der anderen Bausteine parallel, so daß das Chrominanzsignal zur Verfügung steht.

Der bisher beschriebene Baustein — bestehend aus den Schaltungen in den Bildern 4 und 5 — ist im Farbbalkengeber sechsmal vorhanden. Alle Bausteine sind in gleicher Weise aufgebaut und einander völlig gleichwertig, so daß die Reihenfolge ihrer Wirksamkeit völlig frei (über einen Tastensatz) gewählt werden kann.

Bild 6 zeigt die Schaltung für die Erzeugung des Farbhilfsträgersignals mit den Amplituden und Phasen, die dem Farbbalken zugeordnet sind.

Die vom Quarzgenerator (Startoszillator) gelieferte Farbhilfsträgerschwingung wird in einem Begrenzerverstärker auf konstanter Eingangsamplitude gehalten und der Phasenumkehrstufe (EF 80) hinzugefügt.

Mit Hilfe der Potentiometer sind die notwendigen Amplituden einstellbar, und als phasenbestimmende Glieder sind Laufzeitkabel vorhanden. Die Feinabstimmung geschieht mit Hilfe der Induktivitäten am Eingang der Röhren E 180 F. Mit der gezeigten Anordnung können zeitliche Veränderungen der Phasenwinkel kleiner als 1° gehalten werden.

In gleicher Weise aufgebaute Stufen, nur mit anderen Längen der Laufzeitkabel, dienen zur Erzeugung der Farbhilfsträgerschwingungen für Grün, Magenta, Blau und Gelb. Die Ausgangssignale, die an den Anoden der E 180 F zur Verfügung stehen, werden in der zuvor beschriebenen Weise den entsprechenden Farbbalken-Bausteinen zugeführt und dort weiterverarbeitet.

Im Bild 7 ist das Synchronsignal mit Burst gezeigt. Die Austastung des Burstes erfolgt in genau der gleichen Weise, wie es bei den Farbbalken der Fall ist.

Werden die drei Signale für Helligkeit, Chrominanz und Synchronisierung eingepegelt und addiert, dann ergibt sich das Ausgangssignal — das in positiver und negativer Polarität dem Farbbalkengeber entnommen werden kann — wie es Bild 8 darstellt. Im Bild 9 ist der Blau-Gelb-Sprung zu sehen, der stark gedehnt wurde; der Übergang ist in weniger als 100 ns erreichbar.

Es sei noch erwähnt, daß von den Farbbalkenimpulsen ein kongruentes, dreikanaliges videofrequentes Farbbalkensignal abgeleitet werden kann [1], so daß damit — insbesondere mit einer für das Farbfernsehen modifizierten Anlage zum subjektiven Vergleich von Fernsehgeräten — Untersuchungen über Fehler im NTSC-Kanal möglich sind [2].

Schrifttum

- [1] Bolle, G.: Farbbalkengeber für die NTSC-Norm. Telefunken-Ztg. Bd. 32 (1959) Nr. 126, S. 237–243
- [2] Leigemann, H. F.: Ein Gerät zur subjektiven Prüfung von Fernsehempfängern. Telefunken-Ztg. Bd. 32 (1959) Nr. 126, S. 244–250

(eingegangen am 19. Dezember 1959)

Ein transportables Strahlenmeßgerät mit Geiger-Müller-Zählrohren

DK 621.387.424:621.317.794

Es wird ein Strahlenmeßgerät hoher Empfindlichkeit beschrieben, das außer den Auslösezählrohren ausschließlich mit Halbleitern bestückt ist. Das Gerät dient zur Dosisleistungsmessung der Gamma-Strahlung und eignet sich außerdem bei Verwendung entsprechender Zusatzsonden auch zur Relativmessung der Alpha- und Beta-Strahlung. Da die Schaltung weitgehend Impulstransformatoren mit Ferroxeubekernen enthält, konnte die Verwendung aktiver Vierpole auf ein Mindestmaß begrenzt werden.

1. Allgemeines

Die rasche Ausweitung der Kerntechnik sowie die ständige Zunahme der Verwendung von radioaktiven Isotopen in den verschiedenen Zweigen der Technik brachte die Forderung nach einfach bedienbaren Strahlungsmeßgeräten mit sich, die es auch ungeübten Personen gestatten, Schutzmessungen durchzuführen.

Als Detektoren für Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlen kommen im wesentlichen die Ionisationskammer, das Geiger-Müller-Zählrohr und der Szintillationszähler in Frage, wobei für Schutzmessungen in erster Linie die Gamma-Strahlung interessiert, weil sie auf Grund ihrer großen Reichweite im allgemeinen die größte Gefährdung mit sich bringt. Gemessen werden kann entweder die Dosis oder die Dosisleistung. Zur Dosimetrie verwendet man heute allgemein sogenannte Filmdosimeter, die meistens monatlich ausgewertet werden, das heißt, der von der einfallenden Strahlung exponierte Film wird entwickelt, und die ausphotometrierte Schwärzung ist ein Maß für die vom Träger der Filmplakette erhaltene Dosis.

Dosisleistungsmesser messen die Dosis je Zeiteinheit und sind dementsprechend meistens in r/h oder mr/h geeicht. Zur Durchführung von exakten Dosisleistungsmessungen im Sinne von Strahlenschutzmessungen ist es wünschenswert, möglichst einen Bereich vom natürlichen radioaktiven Hintergrund, etwa 5 μ r/h (Höhenstrahlung und radioaktive Strahlung des Erdbodens), bis zu einigen hundert mr/h zu erfassen. Nach der internationalen Definition des Röntgens ergibt sich für 1 r in einer Ionisationskammer mit 1,293 mg Luft (1 cm³) unter Ausnutzung aller Sekundärstrahlen und nach Ausschalten der Wandeinflüsse eine Ionenmenge beiderlei Vorzeichens von je 1 esE (elektrostatische Einheit der Elektrizitätsmenge = $3,3357 \cdot 10^{-10}$ C oder $1 r \approx 1,61 \cdot 10^{12}$ Ionenpaare/g Luft). Hieraus ergibt sich, daß eine gesättigte Ionisationskammer von beispielsweise 1 l, mit Luft von Normaldruck gefüllt, bei einer Dosisleistung von 100 μ r/h nur einen Strom von $9,25 \cdot 10^{-15}$ A liefert. Die Messung so geringer Ströme führt insbesondere bei transportablen Geräten zu recht erheblichen Schwierigkeiten hinsichtlich der Nullpunktstabilität der erforderlichen Gleichstrom-Elektrometer-Verstärker. Deshalb findet man Geräte dieser Art auch nur vereinzelt auf dem Markt.

Verwendet man einen Szintillationszähler, dann läßt sich ohne jede Schwierigkeit eine ausgezeichnete Empfindlichkeit erreichen, während jedoch die oberen Meßbereiche schon größerer Aufmerksamkeit bei der Konstruktion bedürfen. Der Hauptgrund der relativ geringen Verbreitung des Szintillationszählers für Strahlenschutzmessungen liegt jedoch in der Aufwendigkeit der Hochspannungsversorgung und dem damit bedingten höheren Kostenaufwand sowie in den Preisen für den Multiplier und den Szintillationskristall.

Der am meisten verbreitete Detektor für Dosisleistungsmesser ist zur Zeit das Geiger-Müller-Zählrohr, obwohl es gegenüber der Ionisationskammer hinsichtlich der Energieabhängigkeit einige Nachteile hat. Bei Verwendung geeigneter Zählrohre ist es leicht möglich, den obengenannten Meßbereich mit großer Genauigkeit zu erfassen. Im folgenden soll ein mit Geiger-Müller-Zählrohren ausgerüsteter Dosisleistungsmesser beschrieben werden, der einen Meßbereich von 20 μ r/h...200 mr/h erfaßt, wobei die Eichung auf Gamma-Strahlung von Kobalt 60 bezogen ist.

2. Aufbau der Zählrohrsonde

Bei dem vorliegenden Gerät mit der Typenbezeichnung „H 1323“ handelt es sich um eine batteriebetriebene Ausführung mit abge-

setzter Zählrohrsonde. Eine vom Anzeigegerät getrennte Zählrohrsonde hat den Vorteil, daß auch die Messung an schwer zugänglichen Stellen möglich ist. Bei Netzgeräten bringt die Anpassung der Zählrohrimpulse an ein geeignetes Verbindungskabel keine Schwierigkeiten, da sich hier die Möglichkeit bietet, einen Katodenverstärker zu verwenden. Bei einem transportablen Gerät, das aus Batterien gespeist wird, ist die Verwendung einer Röhre in der Sonde aber recht unvorteilhaft. Das gilt ebenso auch für Transistoren, die wegen der Stromversorgung ein relativ aufwendiges Verbindungskabel zwischen Meßgerät und Sonde benötigen.

Gemäß Bild 1 ist es möglich, ein Geiger-Müller-Zählrohr ohne Verwendung eines aktiven Vierpols an ein normales Koaxialkabel anzupassen und das Kabel gleichzeitig zur Spannungsversorgung des Zählrohrs auszunutzen. Über den Widerstand $R 3$ von zum Beispiel 100 k Ω gelangt die Spannung über den Innenleiter des Koaxialkabels und den Löschwiderstand $R 1$ an das Zählrohr. Wird das Zählrohr

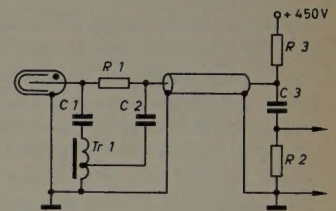


Bild 1. Anschluß eines Geiger-Müller-Zählrohrs an ein Koaxialkabel, das auch zur Spannungszuführung dient

ausgelöst, dann entlädt sich der sehr kleine Kondensator $C 1$ über das Zählrohr auf den Impulstransformator $Tr 1$, an dessen Wicklung ein gegen Masse negativer Impuls oder ein gedämpfter Schwingungszug entsteht. Bei geeigneter Wahl der Anzapfung ist eine relativ gute Anpassung an den Wellenwiderstand des Koaxialkabels möglich, das über den großen Kondensator $C 2$ von beispielsweise 5000 pF angekoppelt werden kann. Die Verwendung eines kleinen Kondensators am Zählrohr hat außerdem noch den Vorteil, daß die Löseigenschaften des Zählrohrs verbessert werden, während die Selbstinduktion des Impulstransformators dafür sorgt, daß der Spitzenstrom nicht zu groß wird. Die Abnahme der Zählrohrimpulse erfolgt am Kabelende über den Hochpaß, bestehend aus $C 3$ und $R 2$. In der beschriebenen Anordnung ergeben sich selbst bei Kabellängen von 100 m noch Impulshöhen in der Größenordnung von 1 V, so daß Sonden dieser Art sehr gut auch für Fernmessungen in Reaktorbetrieben, an Bohrlöchern usw. geeignet sind.

Die Gamma-Sonde des „H 1323“ ist mit zwei Zählrohren und dementsprechend mit einem doppeladrigen Koaxialkabel ausgerüstet. Will man einen Bereich von vier Zehnerpotenzen mit einer Zählrohranordnung bei gleichzeitig hoher Meßgenauigkeit überbrücken, dann ergeben sich bei Verwendung von nur einem Zählrohr gewisse Schwierigkeiten. Bei niedrigen Intensitäten ist ein Zählrohr mit relativ großem Volumen erwünscht, um noch eine genügend hohe Impulsrate und damit einen entsprechend kleinen statistischen Fehler zu erhalten, während man bei hohen Intensitäten ein kleines Zählrohr vorzieht, um der Gefahr des Zustopfens zu begegnen. Aus diesen Gründen wurde die Gamma-Sonde mit zwei Zählrohren unterschiedlicher Größe ausgerüstet.

3. Schaltung des Impulsfrequenzmessers

Gemäß der Prinzipschaltung Bild 2 gelangen die Zählrohrimpulse zunächst auf den als Impulsverstärker arbeitenden Transistor $T 1$ und dann weiter über $C 6$ auf eine Sperrschwingerstufe, die im Prinzip ein Monovibrator ist. Dieser Monovibrator wird durch die Zählrohrimpulse, die recht unterschiedliche Amplituden haben, getriggert und liefert dann Impulse von konstantem Energieinhalt. Gelangt ein positiver Impuls über $C 6$ und $C 7$ an den Impulstransformator $Tr 3$, dann entsteht am unteren Wicklungsende ein gegen Masse negativer Impuls, der die Basis des Transistors $T 2$ ansteuert. Wegen der Rückkopplung über den Transformator $Tr 3$ wird $T 2$ sehr schnell leitend und schaltet den Kondensator $C 7$ über den Einstellregler $R 7$ parallel zur oberen Wicklungshälfte des Transformators. Nun baut sich im Transformator ein entsprechendes Magnetfeld auf, und die

Bild 2. Prinzipschaltbild des Strahlungsmeßgeräts „H 1323“

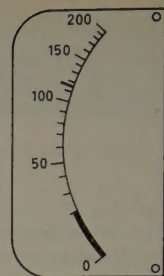
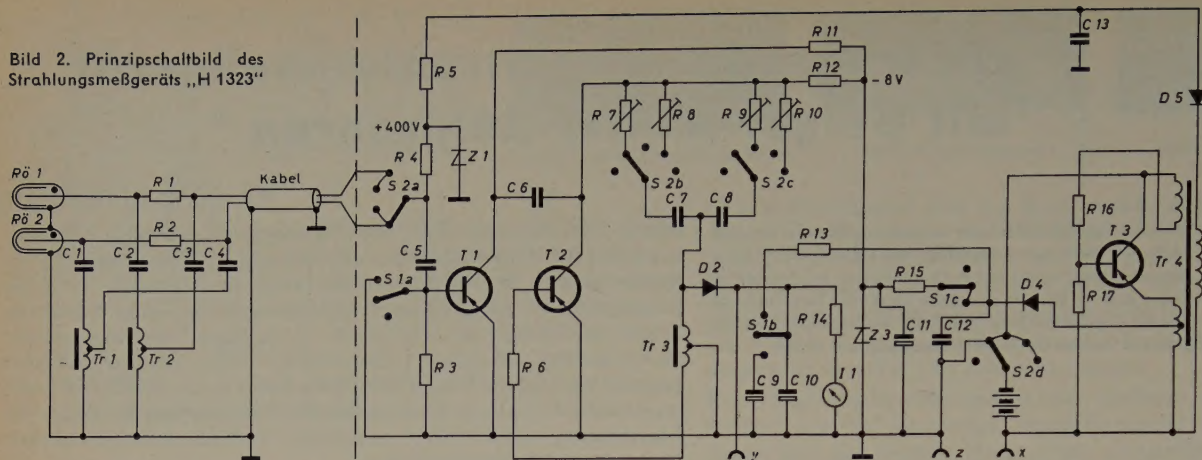


Bild 5. Skala des Meßinstrumentes

Spannung läuft durch Null. Zu diesem Zeitpunkt wird der Transistor T_2 wieder gesperrt, und die Energie des Kondensators C_7 ist jetzt im Eisenkern des Impulstransformators Tr_3 enthalten. Danach bricht das Magnetfeld wieder zusammen, die Spannung an der Wicklung steigt mit umgekehrtem Vorzeichen an, und der Energiebetrag, der ursprünglich im Kondensator C_7 gespeichert war, wird über die Diode D_2 auf das RC -Glied des Integrators „gepumpt“. Das Oszillogramm Bild 3 zeigt den Spannungsverlauf an der oberen Wicklungshälfte des Impulstransformators. Der positive Impuls entspricht der getriggerten Monovibratorstufe, und der längere negative Impuls entspricht der Ladeperiode über die Diodenpumpe.

Das Oszillogramm im Bild 4, aufgenommen mit einem Zweistrahl-oszillografen, zeigt oben das Zählrohrsignal, eine stark gedämpfte Schwingung, wie sie an der Basis des Transistors T_1 auftritt. Es ist

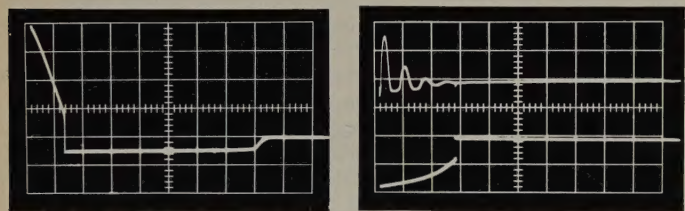


Bild 3 (links). Oszillogramm der Spannung am oberen Wicklungsende des Impulstransformators Tr_3 gegen Masse. Folgefrequenz 100 Hz. Maßstäbe: 2 V beziehungsweise 50 μs je Einheit. Bild 4 (rechts). Zählrohrsignal (oben) und Monovibratorimpuls (unten). Maßstäbe: 0,5 V beziehungsweise 5 V je Einheit, Zeitablenkung 50 μs je Einheit, Folgefrequenz einige Impulse je Sekunde

deutlich zu sehen, daß das Signal so groß ist, daß die Strecke Basis—Emitter bereits als Diodenklipper arbeitet. Die untere Kurve ist das Signal, das vor der Diodenpumpe auftritt, wobei allerdings die Phase umgekehrt werden mußte, um für beide Vorgänge eine genaue Triggerung des Kippgerätes zu ermöglichen.

Nachdem nun hinter dem Monovibrator für jeden Zählrohrimpuls ein Impuls konstanten Energieinhalts zur Verfügung steht, ist das Integral der Energie über ein geeignetes Zeitintervall, das so groß zu wählen ist, daß der statistische Fehler klein wird, ein Maß für die Impulshäufigkeit und damit für die Dosisleistung. Zur Integration dient ein Diodenpumpen-Integrator, der aus der Diode D_2 , den Kondensatoren C_{10} oder $C_{10} + C_9$ und dem Entladewiderstand R_{14} einschließlich Drehspulinstrument I_1 (100 μA) besteht. Die Zeitkonstante ist dadurch umschaltbar, daß entweder nur C_{10} oder $C_{10} + C_9$ wirksam ist. Damit ist eine gute Anpassung an die jeweiligen Meßbedingungen möglich.

Durch Umschalten der Kondensatoren C_7 und C_8 im Monovibrator ergeben sich zwei Meßbereiche, entsprechend den Impulsfolgefrequenzen von 1...10 und von 10...100 Hz. In Verbindung mit den beiden Zählrohren bestehen dann folgende vier Meßbereiche: 20...200 $\mu r/h$, 0,2...2 mr/h , 2...20 mr/h und 20...200 mr/h . Den Skalenverlauf gibt Bild 5 wieder.

Der leicht exponentielle Charakter der Skalenteilung ergibt sich aus der Impulshöhe des Monovibrators und der Spannung für Vollauschlag am Integrator. Mit zunehmender Spannung hinter der Ladediode nimmt die Ausnutzung der im Impulstransformator Tr_3

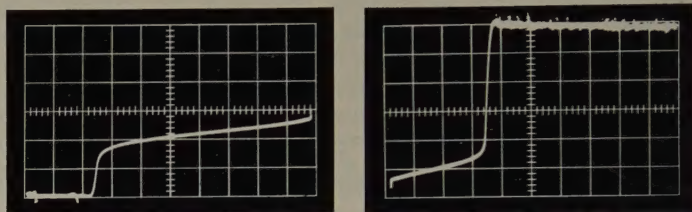


Bild 6. Negativer Teil des Impulses im Bild 3, der der Ladeperiode entspricht, bei 10 Hz (links) und bei 100 Hz (rechts) Folgefrequenz. Maßstäbe: 0,2 V beziehungsweise 100 μs je Einheit

enthaltenen Energie ab, da die Aufladung über die Diodenpumpe bei Erreichen der Spannung, die bereits am RC -Glied liegt, aufhört. Die beiden Oszillogramme im Bild 6 zeigen die Spannung vor der Diodenpumpe während der Ladeperiode, und zwar einmal bei 10 Hz und einmal bei 100 Hz, entsprechend kleinstem beziehungsweise größtem ablesbarem Meßwert der Skala. Die Ansprechempfindlichkeit der Trigger-Anordnung ist so groß, daß auch bei beliebig hohen Dosis-

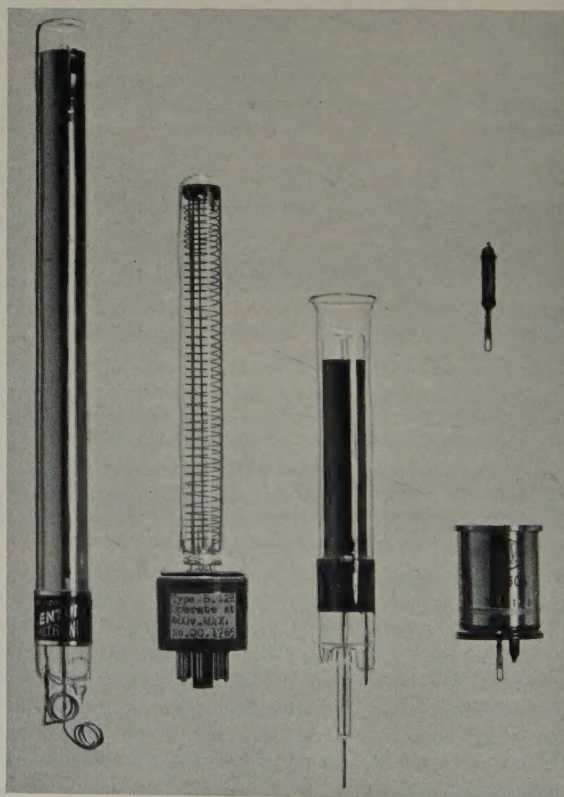


Bild 7. Geiger-Müller-Zählrohre für die Geräte „H 1323“ und „H 1326“. Von links nach rechts: Gamma-Zählrohr G. 24 H (für Meßbereich 0,02 bis 2 mr/h), dünnwandiges Beta-Zählrohr B. 12 H, Becherzählrohr M. 6 H (alle drei 20th Century), Alpha-Zählrohr 18506 und rechts oben Gamma-Zählrohr 18509 (Meßbereich 2 ... 200 mr/h) (beide Valvo)

leistungen (> 1000 r/h), bei denen praktisch nur noch eine Glüh-entladung im Zählrohr stattfindet, der Ausschlag am Meßinstrument des Integrators nicht zurückgeht.

Die Stromversorgung erfolgt in üblicher Weise aus Monozellen über eine Transistor-Zerhackerstufe. Es werden zwei Spannungen erzeugt, eine von 8 V zum Betrieb des Monovibrators und eine von etwa 400 V für die Zählrohre. Beide Spannungen sind durch Silizium-Zenerdioden Z 1 und Z 3 stabilisiert, so daß bei Betriebsspannungsschwankungen zwischen 3 und 6 V der Anzeigefehler kleiner als 10% ist.

Die bei Transistorschaltungen allgemein schwer lösbare Temperaturkompensation bietet bei dieser Schaltung keine Schwierigkeiten, da der Transistor T 2 lediglich als Schalter dient, der geöffnet oder geschlossen wird, und die Verstärkung des Transistors T 1 nicht kritisch ist. Bei Verwendung von Tantal-Kondensatoren für das RC-Glied zeigte es sich, daß der Fehler durch Temperatureinflüsse im Bereich von -20°C ... 44°C nicht größer als $\pm 10\%$ ist. Zu höheren Temperaturen wird schnell eine absolute Grenze, die bei etwa 50°C liegt, erreicht, während der Fehler auch nach sehr niedrigen Temperaturen nur langsam und stetig zunimmt, so daß die untere Grenze des möglichen Fehlers praktisch nur durch das Ausfrieren der Halogen-Zählrohre gegeben ist.

Die gleiche beschriebene Anordnung wird auch in einem äußerlich gleichen Gerät mit der Bezeichnung „H 1326“ verwendet, nur daß dieses Gerät in Impulsen je Sekunde geeicht ist. Hierbei wurde der Ferroxcube-Querschnitt des Impulstransformators Tr 3 etwas vergrößert, so daß die Benutzung größerer Kondensatoren und damit die Umsetzung größerer Energiebeträge je Einzelimpuls möglich ist. Es ließen sich hierbei die drei Meßbereiche 0,2...2, 2...20 und 20...200 Imp/s verwirklichen. Dieses Gerät ist hauptsächlich zum Anschluß von Alpha- und Beta-Zählrohren, zum Beispiel Flüssigkeitszählrohren usw., vorgesehen. Die Zählrohre sind in entsprechenden Sonden zusammen mit einem Impedanzwandler gemäß Bild 1 untergebracht und lassen sich auch an dem beschriebenen Meßgerät „H 1323“ für exakte Relativmessungen verwenden.

Bild 8. Flüssigkeitszählrohrsonde mit Becherzählrohr M. 6 H und zusätzlichem Stativ (Herfurth GmbH) ▼



Bild 9. Ansicht des vollständigen Strahlungsmeßgerätes „H 1323“ Verkaufnahmen

Bild 7 zeigt die verwendeten Geiger-Müller-Zählrohre, während im Bild 8 die komplette Flüssigkeitssonde mit zusätzlichem Stativ und im Bild 9 das vollständige Gerät zu sehen ist.

Um abschließend eine anschauliche Vorstellung von der hohen Meßempfindlichkeit einer so relativ einfachen „Ratemeter“-Anordnung, wie sie beispielsweise das Gerät „H 1326“ ist, zu geben, sei das folgende Beispiel angeführt. Beschichtet man das Fenster des in der Alpha-Sonde verwendeten Zählrohres 18506 (Valvo) mit gewöhnlichem Kaliumchlorid (KCl) oder füllt man in das 10 cm³ fassende Zählrohr M. 6 H (20th Century) gewöhnliche Kalilauge oder eine gesättigte Kaliumchloridlösung, dann erhält man bereits Vollausschlag im ersten Meßbereich des Ratemeters auf Grund der Beta-Strahlung des Kalium 40, eines Isotops, das nur zu 0,012% im natürlichen Kalium enthalten ist und eine Halbwertszeit von $1,3 \cdot 10^9$ Jahren hat.

(eingegangen am 2. Dezember 1959)

Radiosextant für die Seeschifffahrt



Antenne eines Radiosextanten auf dem Forschungsgelände der Firma Collins

Seit 1946 ist die Firma Collins Radio Company mit der Entwicklung eines Navigationsgerätes beschäftigt, das auf radioastronomischer Grundlage arbeitet und es ermöglicht, Gestirne auch bei bedecktem Himmel anzupeilen. Die Entwicklung läuft im Auftrage des US Navy Bureau of Ships. Erste Versuchsgeräte wurden bereits in den Jahren 1955 und 1956 in Arktis und Antarktis erprobt und im Januar 1958 ging die mit einem Radiosextanten Typ „AN/SAN-1“ ausgerüstete „Arneb“ auf eine sechsmonatige Reise um die Welt und lief dabei auch die Deep Freeze Stations Hallet und Wilkes an der Küste des Antarktischen Kontinents an. Der mittlere Fehler des Instruments — im Vergleich mit anderen Navigationsverfahren — war in den 694 Messungen der 30000 sm langen Reise 2,9 Bogenminuten, das heißt etwa 3 sm, und ein Teil dieses Fehlers war dabei noch von einer für den Versuch verwendeten stabilisierten Plattform verursacht, die in ihrer Genauigkeit nicht der des Radiosextanten gleichkam. Der neueste Typ „AN/SRN-4“ — ein Präzisionsinstrument, das nicht nur wie seine Vorgänger die Sonne, sondern auch noch den Mond mit seiner 50mal schwächeren Strahlung anpeilen kann und das auf einer speziell entwickelten präzisionsstabilisierten Plattform montiert ist — ist gegenwärtig auf dem Navigations-Versuchsschiff „Compass Island“ installiert und hat sich bereits gut bewährt.

Himmelskörper sind elektromagnetische Rauschquellen, zum Beispiel strahlt die Sonne etwa wie ein schwarzer Körper von 7000°K . Solche Wärmestrahlung kann trotz Bedämpfung durch Atmosphäre und Wolken mit einer Richtantenne und einem Empfänger für kurze Mikrowellen aufgenommen werden und gibt somit die Möglichkeit, den Himmelskörper kontinuierlich und unabhängig von den Wetterverhältnissen anzupeilen.

Die herkömmliche astronomische Navigation beruht darauf, täglich die Mittagshöhe der Sonne zu „schießen“ (oder die Höhe eines geeigneten anderen Gestirns zu bestimmter Zeit) und daraus und aus der vom Schiffschronometer gegebenen mittleren Greenwich-Zeit eine Korrektur für das aus „Fahrt durchs Wasser“ und Kurs gewonnene „gegißte Besteck“ abzuleiten. Die Höhe des Gestirns wird dabei aus dem mit dem Handsextanten gemessenen „Kimmabstand“, das heißt dem Winkel zwischen Gestirn und Horizont am Ort des Beobachters, bestimmt.

Praktisch die gleiche Messung ist an Sonne und Mond mit dem Radiosextanten möglich, jedoch ohne daß Gestirn oder Horizont sichtbar sein müssen. Mit Hilfe einer automatischen Folgeregelung kann das Gerät aber auch ständig dem Lauf des gewählten Gestirns folgen und kontinuierlich Azimut und Höhenwinkel registrieren. Das bedeutet die Verfügbarkeit einer weit größeren Informationsmenge, als sie mit diskreten manuellen Messungen erhältlich ist, und somit erhöhte Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Ferner läßt sich — wie es an Bord der „Compass Island“ durchgeführt ist — die Information vom Radiosextanten zusammen mit einem Zeitnormal und Trägheits Navigationsdaten einem Navigationsrechner zuführen, der dann kontinuierlich Schiffsort und rechtweisenden Kurs mit großer Genauigkeit angibt. Die Einrichtung an Bord der „Compass Island“ zum Beispiel liefert „rechtweisend Nord“ unabhängig von jedem Kreisel- oder Magnetkompaß und mit 10fach größerer Genauigkeit.

Das technische Prinzip des Radiosextanten ist das eines Radioteleskops. Eine Parabolantenne nimmt die Strahlung auf und führt sie dem Empfänger zu. Ein Servoantrieb läßt die Antenne ständig dem Lauf des Gestirns folgen. Während die Antenne des „AN/SAN-1“ einen Durchmesser von etwa 75 cm hat, ist die des „AN/SRN-4“ doppelt so groß. Die Geräte sind auf stabilisierten Plattformen montiert, die unbeeinflusst von den Bewegungen des Schiffes eine stets horizontale Lage haben. Ein aufgeblasener Kunststoff-Radom schützt den empfindlichen Mechanismus des „AN/SRN-4“ gegen Witterungseinflüsse und läßt Heizung auf konstante Temperatur zu.

Das Steuersignal für den Folgeregler wird im „AN/SAN-1“ auf die folgende Weise gewonnen. Während die Antennenachse praktisch feststeht (nur die Bewegung des Gestirns mitmacht) nutiert der Richtstrahl periodisch längs eines Kegelmantels um die Antennenachse. Der Richtstrahl umfaßt mehr als den Durchmesser der Sonne und mittelt somit über die Sonnenfläche von etwa 7000°K und den angrenzenden miterfaßten Welt-raum von etwa 0°K zu einer resultierenden Rauschtemperatur von etwa 1000°K . Wenn die Antennenachse zum Zentrum der Sonne zeigt, ist das Signal konstant. Sobald aber eine Abweichung auftritt, erscheint eine Modulation mit der Nutationsfrequenz auf dem Signal, deren Amplitude den Betrag und deren Phase die Richtung der Abweichung angibt. Diese Modulation wird als Fehlersignal dem Servosystem zugeführt. Es ist zu vermuten, daß die Folgeregelung im „AN/SRN-4“ nach einem ähnlichen Prinzip arbeitet.

Die US Navy ist an Radiosextanten besonders interessiert, weil sie Navigation und Verbandoperationen bei jedem Wetter in völliger Funk- und Radarstille zulassen. Aber auch für die Handelsschifffahrt dürfte diese Entwicklung von großer Wichtigkeit sein und — wenn in geeigneter Weise verwendet — die Sicherheit heben. Scho.

Prüfung der praktischen Ersatzschaltung von Zawels auf ihre Brauchbarkeit

DK 621.375.4.3.012.8.001.4

Für das in der Arbeit von W. Benz beschriebene Ersatzschaltbild nach Zawels werden Formeln für die h - und y -Parameter angegeben. Hieraus erhält man einfache Beziehungen zur Ermittlung der Elemente der Ersatzschaltung. Mit Hilfe dieser inneren Kennwerte wurden für einen HF-Transistor die y -Parameter der Basis- und der Emitterschaltung bis über die α -Grenzfrequenz hinaus berechnet und zur Prüfung des Ersatzschaltbildes mit den entsprechenden, direkt gemessenen verglichen; es ergeben sich recht gute Übereinstimmungen. Die h -Parameter der beiden genannten Grundschaltungen sind ebenfalls als Ortskurven dargestellt.

angegeben. Die meisten der Näherungsformeln lassen sich auch leicht aus dem Ersatzschaltbild direkt ermitteln.

Der vielfach nicht vernachlässigbare Emitterbahnwiderstand $r_{ee'}$ kann näherungsweise durch Hinzufügen zum Emitterdiffusionswiderstand r_d berücksichtigt werden. Es ist dann r_d durch

$$r_d' = r_d + r_{ee'} \quad (1)$$

zu ersetzen.

Tab. VII liefert den Zusammenhang der Parameter für die Kollektorschaltung mit denen der beiden anderen Grundschaltungen.

1. Die wichtigsten Beziehungen für das verwendete Ersatzschaltbild

1.1 Berechnungsformeln für Vierpolparameter

Die Ersatzschaltung ist in den Bildern 13 und 17 der Arbeit von W. Benz [1] dargestellt. Ausgedrückt durch die neun inneren Transistorkennwerte k_u , C_{cb} , c_o , g_c , c_e , g_e , l_d , r_d , r_b sowie durch die Abkürzungen in Tab. I, sind in den Tab. III bis VI die Frequenzfunktionen der h - und y -Parameter in Basis- und Emitterschaltung zusammengestellt. Ausgangspunkt ist jeweils die für die verwendete Ersatzschaltung geltende exakte Beziehung. Es folgen aus dieser abgeleitete, vereinfachte und für die Praxis brauchbare Näherungsformeln. Die Voraussetzungen, unter denen sie gelten, sind in Tab. II

Tab. I. Abkürzungen für die Formeltabellen

$r_d = r_d + j\omega l_d = r_d \left(1 + j\frac{\omega}{\omega_d}\right)$	$\omega d = \frac{r_d}{l_d}$	$\alpha' = \frac{1}{1 + r_d g_e}$
$g_e = g_e + j\omega c_e = g_e \left(1 + j\frac{\omega}{\omega_e}\right)$	$\omega e = \frac{g_e}{c_e}$	$\alpha_o' = \frac{1}{1 + r_d g_e}$
$g_c = g_c + j\omega c_c = g_c \left(1 + j\frac{\omega}{\omega_c}\right)$	$\omega c = \frac{g_c}{c_c}$	$\beta' = \frac{1}{r_d g_e} = \frac{\alpha'}{1 - \alpha'}$
$g_{c'} = g_c + \frac{g_e}{k_u}$	$\omega r = \frac{1}{r_d c_e}$	$\beta_o' = \frac{1}{r_d g_e}$
$g_g = g_e + g_c$	$\omega t = \frac{1 + r_b g_e}{r_b c_e}$	$\mu' = \frac{\alpha'}{k_u}$
$g_a = j\omega C_{cb}$	$\omega q = \frac{g_c}{c_c + C_{cb}}$	

Tab. II. Voraussetzungen für die Näherungsformeln

Näherungsformel	Basisschaltung	Emitterschaltung
1, 2, 3	$k_u \gg 1; g_g \approx g_e$ $\left r_b \left(g_c + \frac{g_e}{k_u} \right) \right \ll 1$ $\frac{1}{1 + r_b (g_c + g_e \mu')} \approx$ $\approx 1 - j\omega (c_c + c_e \mu') r_b$ $\frac{g_d l_d}{r_d c_e} = \frac{\omega e}{\omega d} \ll 1$	$k_u \gg 1; g_g \approx g_e$ $\left \frac{1}{r_d} \right > g_g \gg$ $\gg g_c + g_a (1 + r_b g_g) $ $r_b \cdot \omega C_{cb} \ll 1$ $C_{cb} \ll c_e$
1	$f < 1,5 \dots 2 f_r$	$f < 1,5 \dots 2 f_r$
2	$f < f_r; l_d = 0$	$f < f_r; l_d = 0$
3	$f \ll f_c; (f \rightarrow 0); l_d = 0$	$f \ll f_c; (f \rightarrow 0); l_d = 0$

Tab. VII. h - und y -Parameter in Kollektorschaltung

$h_{11c} = h_{11e}$	$y_{11c} = y_{11e} = y_{11b} + y_{12b} + y_{21b} + y_{22b}$
$h_{12c} = 1 - h_{12e}$	$y_{12c} = -(y_{11e} + y_{12e}) = -(y_{11b} + y_{21b})$
$h_{21c} = -(1 + h_{21e})$	$y_{21c} = -(y_{21e} + y_{11e}) = -(y_{11b} + y_{12b})$
$h_{22c} = h_{22e}$	$y_{22c} = y_{11b} = y_{11e} + y_{12e} + y_{21e} + y_{22e}$

Tab. III. y -Parameter in Basisschaltung

	$y_{11b} = \frac{1}{h_{11b}}$	$-y_{12b}$	$-y_{21b}$	$y_{22b} = y_{22e}$
Exakte Formel	$\frac{1}{r_d + g_e + r_b \left(\frac{g_{c'}}{r_d} + g_e g_c \right)}$	$\frac{1}{r_d k_u + r_b \left(\frac{g_{c'}}{r_d} + g_e g_c \right)}$	$\frac{1}{r_d} + r_b \left(\frac{g_{c'}}{r_d} + g_e g_c \right)$	$g_a + \frac{1}{r_d k_u} + g_c + r_b \left(\frac{g_{c'}}{r_d} + g_e g_c \right)$
Näherung 1	$\frac{(1 - \omega^2 l_d c_e + g_e r_d) + j\frac{\omega}{\omega_r}}{r_d (1 + r_b g_e) - \omega^2 l_d c_e r_b + j\omega c_e r_d r_b}$	$g_c + \frac{1}{r_d k_u \left(1 + j\frac{\omega}{\omega_d} \right)} + j\omega c_c$ $+ \left(\frac{\omega_r c_c}{1 + j\frac{\omega}{\omega_d}} - \frac{c_c}{c_e r_b} \right) \left(1 - \frac{1 - \frac{\omega_c}{\omega_l}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_l}} \right)$	$\frac{1}{r_d (1 + r_b g_e) \left(1 + j\frac{\omega}{\omega_l} \right) \left(1 + j\frac{\omega}{\omega_d} \right)}$	$g_c + \frac{1}{r_d k_u} + j\omega (c_c + C_{cb}) +$ $+ \omega_r c_c \left(1 - \frac{1 - \frac{\omega_c}{\omega_l}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_l}} \right) \cdot \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_d}}$
Näherung 2	$\frac{1 + r_d g_e}{r_d (1 + r_b g_e)} \cdot \left(\frac{\omega_l}{\omega_r} - \frac{\omega_l - 1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_l}} \right)$	$g_c + \frac{1}{r_d k_u} + j\omega c_c +$ $+ \left(\omega_r c_c - \frac{c_c}{c_e r_b} \right) \left(1 - \frac{1 - \frac{\omega_c}{\omega_l}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_l}} \right)$	$\frac{1}{r_d (1 + r_b g_e)} \cdot \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_l}}$	$g_c + \frac{1}{r_d k_u} + j\omega (c_c + C_{cb}) +$ $+ \omega_r c_c \left(1 - \frac{1 - \frac{\omega_c}{\omega_l}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_l}} \right)$
Näherung 3	$\frac{1 + r_d g_e}{r_d (1 + r_b g_e)}$	$g_c + \frac{1}{r_d k_u} + \left(\frac{r_b}{r_d} - 1 \right) \cdot \frac{g_c}{1 + r_b g_e}$	$\frac{1}{r_d (1 + r_b g_e)}$	$g_c + \frac{1}{r_d k_u} + \frac{r_b g_c}{r_d (1 + r_b g_e)}$

Tab. IV. h -Parameter in Basisschaltung

	$h_{11b} = \frac{1}{y_{11b}}$	h_{12b}	$h_{21b} = -\alpha$	h_{22b}
Exakte Formel	$r_d \alpha' \cdot \frac{1+r_b g_g}{1+r_b (g_c + g_e \mu')}$	$\frac{\mu' + r_b (g_c + g_e \mu')}{1+r_b (g_c + g_e \mu')}$	$-\frac{\alpha' + r_b (g_c + g_e \mu')}{1+r_b (g_c + g_e \mu')}$	$g_a + \frac{g_c + g_e \mu'}{1+r_b (g_c + g_e \mu')}$
Näherung 1	$r_b + \frac{[(r_d + j\omega l_d) - r_b] \cdot \alpha_0'}{1 - \omega^2 l_d c_e \alpha_0' + j \frac{\omega}{\omega_r} \alpha_0'}$	$\frac{\alpha_0' + r_b (g_c + \frac{\alpha_0' g_e}{k_u}) + r_b^2 \omega^2 (c_c + \frac{\alpha_0' c_e}{k_u})^2}{+ j \omega (c_c + \frac{\alpha_0' c_e}{k_u}) r_b}$	$-\frac{\alpha_0'}{(1 - \omega^2 l_d c_e \alpha_0') + j \frac{\omega}{\omega_r} \alpha_0'} = -\alpha'$	$g_c + \frac{\alpha_0' g_e}{k_u} + r_b (c_c + \frac{\alpha_0' c_e}{k_u})^2 \omega^2 + j \omega (C_{cb} + c_c + \frac{\alpha_0' c_e}{k_u})$
Näherung 2	$r_b + \frac{(r_d - r_b) \cdot \alpha_0'}{1 + j \alpha_0' \cdot \frac{\omega}{\omega_r}}$	$\frac{\alpha_0' + r_b (g_c + \frac{\alpha_0' g_e}{k_u}) + r_b^2 \omega^2 (c_c + \frac{\alpha_0' c_e}{k_u})^2}{+ j \omega (c_c + c_e \frac{\alpha_0'}{k_u}) r_b}$	$-\frac{\alpha_0'}{1 + j \frac{\omega}{\omega_r} \alpha_0'}$	$g_c + \frac{\alpha_0' g_e}{k_u} + r_b \omega^2 (c_c + \frac{\alpha_0' c_e}{k_u})^2 + j \omega (C_{cb} + c_c + \frac{\alpha_0' c_e}{k_u})$
Näherung 3	$\alpha_0' r_d + r_b (1 - \alpha_0')$	$\frac{\alpha_0'}{k_u} + r_b (g_c + \frac{\alpha_0' g_e}{k_u})$	$-\frac{1}{1 + r_d g_e} = -\alpha_0'$	$g_c + \frac{\alpha_0' g_e}{k_u}$

Tab. V. y -Parameter in Emitterschaltung

	$y_{11e} = \frac{1}{h_{11e}}$	$-y_{12e}$	y_{21e}	$y_{22e} = y_{22b}$
Exakte Formel	$g_a + \frac{g_g}{1+r_b g_g}$	$g_a + \frac{g_c}{1+r_b g_g}$	$-g_a - \frac{g_c}{1+r_b g_g} + \frac{1}{r_d} \cdot \frac{1 - \frac{1}{k_u}}{1+r_b g_g}$	$g_a + \frac{\frac{1}{r_d k_u} + g_c + r_b (\frac{g_c'}{r_d} + g_e g_c)}{1+r_b g_g}$
Näherung 1	$\frac{1}{r_b} + j\omega C_{cb} - \frac{1}{r_b (1+r_b g_e)} \cdot \frac{1}{1+j \frac{\omega}{\omega_l}}$	$j\omega C_{cb} + \frac{c_c}{c_e} \cdot \frac{1}{r_b} \left(1 - \frac{1 - \frac{\omega_c}{\omega_l}}{1+j \frac{\omega}{\omega_l}}\right)$	$-j\omega C_{cb} + \frac{\frac{1}{r_d (1+r_b g_e)}}{1+j \frac{\omega}{\omega_l}} \cdot \frac{1}{1+j \frac{\omega}{\omega_d}}$	$g_c + \frac{1}{r_d k_u} \cdot \frac{1}{1+j \frac{\omega}{\omega_d}} + j\omega (c_c + C_{cb}) + \frac{r_b g_c}{r_d (1+r_b g_e)} \cdot \left(\frac{\omega_l}{\omega_c} - \frac{\omega_l - 1}{1+j \frac{\omega}{\omega_l}}\right) \cdot \frac{1}{1+j \frac{\omega}{\omega_d}}$
Näherung 2	$\frac{1}{r_b} + j\omega C_{cb} - \frac{1}{r_b (1+r_b g_e)} \cdot \frac{1}{1+j \frac{\omega}{\omega_l}}$	$j\omega C_{cb} + \frac{g_c}{1+r_b g_e} \left(\frac{\omega_l}{\omega_c} - \frac{\omega_l - 1}{1+j \frac{\omega}{\omega_l}}\right)$	$\frac{1}{r_d (1+g_e r_b)} \cdot \frac{1}{1+j \frac{\omega}{\omega_l}}$	$g_c + \frac{1}{r_d k_u} + j\omega (c_c + C_{cb}) + \omega_r c_c \left(1 - \frac{1 - \frac{\omega_c}{\omega_l}}{1+j \frac{\omega}{\omega_l}}\right)$
Näherung 3	$\frac{g_e}{1+r_b g_e}$	$\frac{g_c}{1+r_b g_e}$	$\frac{1}{r_d (1+g_e r_b)}$	$g_c + \frac{1}{r_d k_u} + \frac{r_b g_c}{r_d (1+r_b g_e)}$

Tab. VI. h -Parameter in Emitterschaltung

	$h_{11e} = \frac{1}{y_{11e}}$	h_{12e}	$h_{21e} = \beta$	h_{22e}
Exakte Formel	$\frac{1+r_b g_g}{g_g + g_a (1+r_b g_g)}$	$\frac{g_c + g_a (1+r_b g_g)}{g_g + g_a (1+r_b g_g)}$	$\frac{\frac{1}{r_d} (1 - \frac{1}{k_u}) - [g_c + g_a (1+r_b g_g)]}{g_g + g_a (1+r_b g_g)}$	$\frac{g_a + (1+g_a r_b) (\frac{g_e \alpha'}{k_u} + g_c)}{r_d \alpha' [g_g + g_a (1+r_b g_g)]}$
Näherung 1	$r_b + \frac{\frac{1}{g_e}}{1+j \frac{\omega}{\omega_e}}$	$\frac{g_c - \omega^2 C_{cb} c_e r_b + j\omega [c_c + C_{cb} (1+r_b g_e)]}{g_e - \omega^2 C_{cb} c_e r_b + j\omega c_e}$	$\frac{\beta_0'}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_e \omega_d} + j \frac{\omega}{\omega_e} (1 + \frac{\omega_e}{\omega_d})}$	$\frac{1}{k_u r_d} \left[1 + \frac{k_u}{\alpha'} \cdot \frac{g_c}{g_e} \left(\frac{\omega_e}{\omega_q} - \frac{\omega_e - 1}{1+j \frac{\omega}{\omega_e}}\right)\right]$
Näherung 2	$r_b + \frac{\frac{1}{g_e}}{1+j \frac{\omega}{\omega_e}}$	$\frac{\frac{c_c + C_{cb} (1+r_b g_e)}{c_e} - \frac{\omega^2 C_{cb} c_e r_b}{g_e (1+j \frac{\omega}{\omega_e})}}{\frac{c_c + C_{cb} (1+r_b g_e)}{c_e} - \frac{g_c}{g_e} - \frac{1}{1+j \frac{\omega}{\omega_e}}}$	$\frac{\beta_0'}{1+j \frac{\omega}{\omega_e}}$	$\frac{1}{k_u r_d} + \frac{\omega_r}{\alpha_0'} (c_c + C_{cb}) \left(1 + j \frac{\omega}{\omega_r} \alpha_0'\right) \left(1 - \frac{1 - \frac{\omega_q}{\omega_e}}{1+j \frac{\omega}{\omega_e}}\right)$
Näherung 3	$r_b + \frac{1}{g_e}$	$\frac{g_c}{g_e}$	$\beta_0' = \frac{1}{r_d g_e}$	$\frac{1}{k_u r_d} \left(1 + \frac{k_u g_c}{\alpha_0' g_e}\right)$

1.2 Zusammenhänge zwischen den Frequenzkenngrößen und den Elementen der Ersatzschaltung (bei den zur Zeit am meisten verwendeten Legierungstransistoren) Aus den Tab. III und V erkennt man leicht, daß die Steilheitsgrenzfrequenz ω_{sb} oder ω_{se} , bei der $|y_{21}| = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (y_{21})_{f \rightarrow 0}$ geworden ist, unter den in Tab. II angegebenen Voraussetzungen nahezu mit ω_t übereinstimmt.

$$\omega_{sb} \approx \omega_t = \frac{1 + r_b g_e}{r_b c_e} \quad (2)$$

$$\omega_{se} \approx \omega_t = \frac{1 + r_b g_e}{r_b c_e} \quad (3)$$

Ebenso zeigt sich aus den Tabellen IV und VI, daß die β -Grenzfrequenz f_β , bei der $|\beta| = |h_{21e}| = \frac{\beta_0}{\sqrt{2}}$ wird, etwa gleich $f_e = \frac{\omega_e}{2\pi}$ und die β_1 -Frequenz $f_{\beta 1}$ (bei der $|\beta| = 1$) nahezu gleich f_r ist.

$$\omega_\beta \approx \omega_e = \frac{g_e}{c_e} \quad (4)$$

$$\omega_{\beta 1} \approx \omega_r = \frac{1}{r_d c_e} \quad (5)$$

Die α -Grenzfrequenz f_α , bei der $|h_{21b}| = \frac{1}{\sqrt{2}} \alpha_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} (h_{21b 0})$ wird, ist stets etwas größer als $f_{\beta 1}$. Bei Verwendung der Näherung 1 für h_{21b} und h_{21e} (in Tab. IV bzw. Tab. VI) gelten insbesondere mit $c_{ed} \approx c_e$

$$f_\alpha = 1,35 \frac{f_r}{\alpha_0} \quad \text{und} \quad f_{\beta 1} = 0,95 f_r \quad \text{für} \quad l_d = \frac{1}{3} r_d^2 c_{ed} \quad (6)$$

$$f_\alpha = 1,28 \frac{f_r}{\alpha_0} \quad \text{und} \quad f_{\beta 1} = 0,975 f_r \quad \text{für} \quad l_d = \frac{1}{4} r_d^2 c_{ed} \quad (7)$$

$$f_\alpha = \frac{f_r}{\alpha_0} \quad \text{und} \quad f_{\beta 1} = f_r \quad \text{für} \quad l_d = 0 \quad (8)$$

Ein weiterer interessanter Zusammenhang besteht zwischen ω_e und ω_r , nämlich

$$\omega_r = \beta_0' \cdot \omega_e \quad (9)$$

Da $\beta_0' = \frac{1}{r_d g_e}$ meist nahezu gleich $(h_{21e})_{f \rightarrow 0} = \beta_0$ ist, wird nach dem oben Gesagten

$$\omega_{\beta 1} \approx \beta_0 \cdot \omega_\beta \quad (10)$$

Für die betrachteten Frequenzen läßt sich die Ungleichung

$$f_c < f_\beta < f_{se} \approx f_{sb} < f_{\beta 1} < f_\alpha < f_d \quad (11)$$

angeben. Als weitere charakteristische Frequenzen kann man diejenigen ansehen, bei denen die Kurzschlußstromverstärkung h_{21b} und die Steilheit y_{21} einen Phasenwinkel von 90° erreicht haben. Sie seien durch ω_\perp bezeichnet. Aus ihnen läßt sich leicht die Induktivität l_d bestimmen. Es gelten nämlich (s. Näherung 1)

$$\text{für } h_{21b}: \quad \omega_{a\perp}^2 \approx \frac{1}{l_d c_e \alpha_0'} = \frac{1}{\alpha_0'} \cdot \omega_r \cdot \omega_d \approx \omega_{\beta 1} \cdot \omega_d \quad (12)$$

$$\text{für } h_{21e}: \quad \omega_{\beta\perp}^2 \approx \omega_e \cdot \omega_d \approx \omega_\beta \cdot \omega_d \quad (13)$$

$$\text{für } y_{21b}: \quad \omega_{sb\perp}^2 \approx \omega_t \cdot \omega_d \approx \omega_{sb} \cdot \omega_d \quad (14)$$

$$\text{für } y_{21e}: \quad \omega_{se\perp}^2 \approx \omega_t \cdot \omega_d \approx \omega_{se} \cdot \omega_d \quad (15)$$

($\omega_r, \omega_t, \omega_e, \omega_d$ siehe Tab. I.)

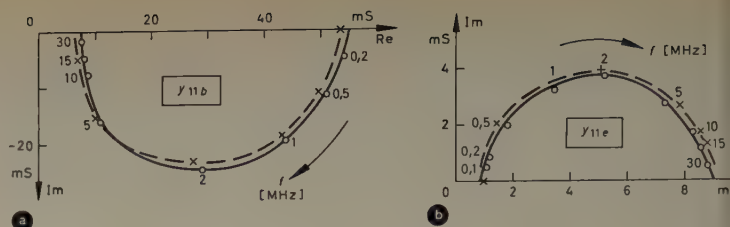


Bild 1. Kurzschluß-Eingangsleitwert y_{11b} des HF-Transistors AF 101, Nr. 2, in Basischaltung (a) und Kurzschluß-Eingangsleitwert y_{11e} in Emitterschaltung (b). $U_C = -10$ V, $I_C = -2$ mA, $t_{umg} = 25^\circ$ C (o gemessen, x gerechnet)

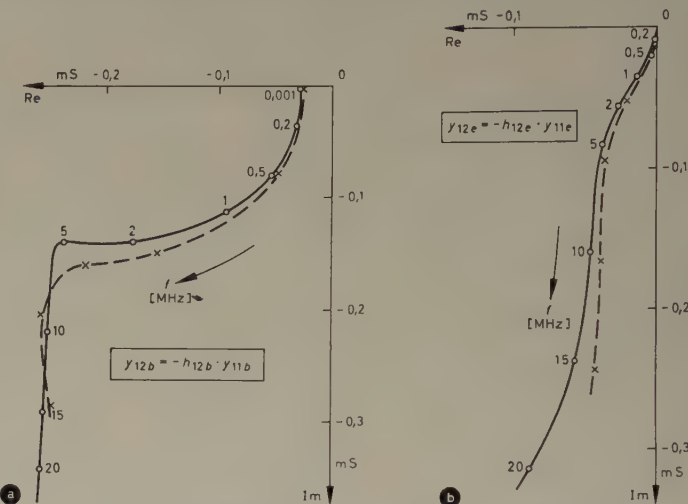


Bild 2. Rückwärtssteilheit y_{12b} des HF-Transistors AF 101, Nr. 2, (a) und Rückwärtssteilheit y_{12e} (b). $U_C = -10$ V, $I_C = -2$ mA, $t_{umg} = 25^\circ$ C

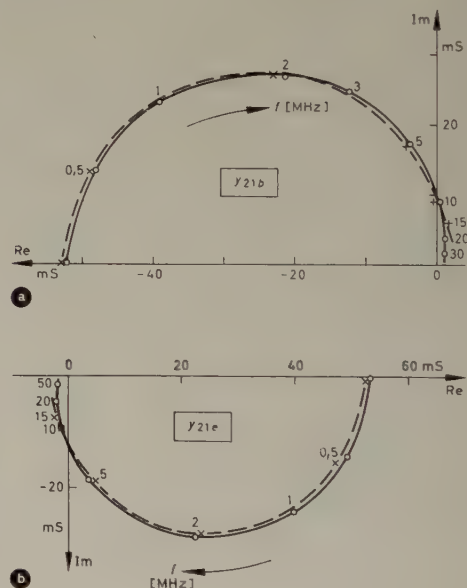


Bild 3. Vorwärtssteilheit y_{21b} des HF-Transistors AF 101, Nr. 2, in Basischaltung (a) und Vorwärtssteilheit y_{21e} in Emitterschaltung (b). $U_C = -10$ V, $I_C = -2$ mA, $t_{umg} = 25^\circ$ C

2. Prüfung der praktischen Ersatzschaltung

Um die Brauchbarkeit der Ersatzschaltung nach [1] (Bilder 13 und 17) zu überprüfen, wurden ihre einzelnen Elemente an einem *Telefunken*-HF-Transistor (AF 101¹⁾) bestimmt und mit deren Hilfe nach den exakten Formeln der Tab. III und V die y -Parameter der Basis- und Emitterschaltung für die Frequenzen 0,001/0,5/2/5/10 und 15 MHz berechnet. Unabhängig hiervon sind die y -Kennwerte desselben Transistors bis $f = 20$ MHz direkt gemessen worden. Kreuze (x) kennzeichnen in den Bildern 1 bis 4 die gerechneten, Kreise (o) die gemessenen Werte. Der Arbeitspunkt lag bei $U_C = -10$ V und $I_C = -2$ mA. Die α -Grenzfrequenz f_α des verwendeten Transistors war 14 MHz, die β_1 -Frequenz 11,2 MHz. In Tab. VIII sind die Elemente der Ersatzschaltung angegeben, mit denen die Rechnung durchgeführt wurde. Auf die Meßmethode ist jeweils kurz unter

¹⁾ Legierter *pnp*-Transistor mit konstanter Störstellendichte in der Basiszone

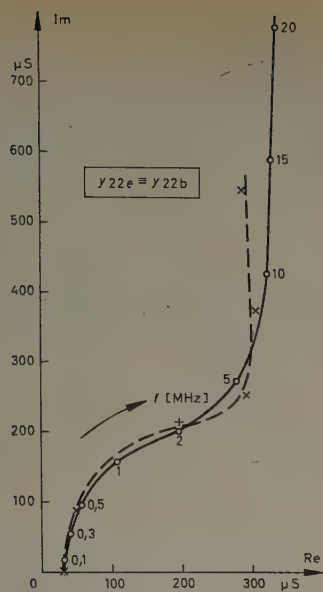


Bild 4. Kurzschluß-Ausgangsleitwert y_{22e} des HF-Transistors AF 101, Nr. 2, in Emittor- und Basisschaltung. $U_C = -10$ V, $I_C = -2$ mA, $t_{umg} = 25^\circ$ C

Angabe der hierbei benutzten Beziehungen hingewiesen, die man in den Tab. III bis VI findet.

Die Elemente der Ersatzschaltung setzen sich meist aus mehreren Anteilen zusammen, die bestimmt wurden, soweit es möglich war. Sie sind mit weiteren interessierenden Größen des untersuchten Transistors in Tab. IX zusammengestellt.

Die Größe k_u wurde nach verschiedenen Verfahren ermittelt. Es ergab sich eine gute Übereinstimmung der Werte. Zweckmäßigerweise bestimmt man k_u aus y_{22e} bei 1 kHz, da der Minuend

der hierbei auftretenden Differenz wesentlich größer als der Subtrahend ist. Die Kapazität C_{cb} enthält infolge der notwendigen Aufteilung von c_c außer dem von den Elektroden herrührenden statischen Anteil im allgemeinen auch einen Teil der Diffusions- und Sperrschichtkapazität. Auch für C_{cb} erhält man aus den in der Tabelle angegebenen Meßverfahren nahezu übereinstimmende Werte. Mit c_{cs}^* ist in Tab. IX die in $(c_c + C_{cb})$ enthaltene Kollektorsperrschicht-Kapazität einschließlich der statischen Kapazität der Elektroden, mit c_{cd}^* ges der in der gesamten bei eingangsseitigem Leerlauf auftretenden Ausgangskapazität $(c_c + C_{cb} + \frac{c_c \alpha'}{k_u})$ vorhandene Anteil an Diffusionskapazität bezeichnet. Beachtenswert ist, daß $c_{cd}^* \approx 2 \cdot \frac{c_c}{k_u}$

ist, wie das symmetrische Transistormodell erwarten läßt. Durch das Glied $\frac{c_c \alpha'}{k_u}$ kommt zum Ausdruck, daß die Leerlauf-Ausgangskapazität mit steigender Frequenz bereits in der Gegend von f_a abnimmt, da α' kleiner wird.

Die Größen y_{12e} und y_{12b} ergeben sich aus

$$\begin{aligned} y_{12e} &= -h_{12e} \cdot y_{11e} \\ y_{12b} &= -h_{12b} \cdot y_{11b} \end{aligned} \quad (16)$$

Vergleicht man in den Bildern 1 bis 4 die gemessenen Werte der y -Parameter mit den gerechneten, dann läßt sich sagen, daß die

Tab. VIII. Elemente der Ersatzschaltung für den HF-Transistor AF 101, Nr. 2. $U_C = -10$ V, $I_C = -2$ mA

Element	Wert	Meßmethode, Bemerkungen
r_b	112 Ω	$= \text{Re}\{h_{11e}\} f = 30$ MHz
g_e	1,125 mS	$= \frac{1}{(h_{11e}) 1 \text{ kHz} - r_b}$
r_d'	17,0 Ω	$= \frac{1}{\beta_0 g_e}$, (enthält $r_{e'e} = 1,5 \Omega$)
g_c	0,65 μ S	$= g_e \cdot (h_{12e}) f = 1$ kHz
k_u	2500	aus $(y_{22e}) 1 \text{ kHz}$; $(h_{22e}) 1 \text{ kHz}$; $(h_{12b}) 1 \text{ kHz}$
c_c	3,92 pF	$= \frac{\text{Im}\{h_{12b}\} f = 1 \text{ MHz}}{\omega \cdot r_b} - \frac{\alpha_0' \cdot c_e}{k_u}$
C_{cb}	2,54 pF	$= \frac{1}{\omega} \text{Im}\{h_{22b}\} f \ll f_{\beta 1} - c_c - \frac{\alpha_0' \cdot c_e}{k_u}$ oder $= \frac{\text{Im}\{h_{12e}\} f \approx f_{\beta 1}}{\omega \cdot r_b}$
c_e	850 pF	$= \frac{1}{\omega} \text{Im}\left\{\frac{1}{h_{11e} - r_b}\right\} f = 0,3 \text{ MHz}$ oder $= \frac{1}{r_d' \cdot \omega \beta 1}$
l_d	65 nH	aus $\omega d \cdot \omega s e \approx (\omega s e_-)^2$ oder $\omega d \cdot \omega \beta 1 \approx (\omega d_-)^2$

Tab. IX. Weitere Werte des untersuchten HF-Transistors. $U_C = -10$ V, $I_C = -2$ mA

Größe	Wert	Bemerkungen
f_d	41 MHz	aus $\frac{r_d}{l_d}$
f_a	14 MHz	gemessen
$f_{\beta 1}$	11,2 MHz	gemessen
f_{se}	1,9 MHz	aus $\frac{1 + r_b g_e}{c_e r_b}$
$f_e \cdot \sqrt{\beta_0'}$	1,6 MHz	Minimum von $\text{Im}\{h_{22e}\}$ für $f > f_e \approx f_{\beta}$
f_{β}	225 kHz	gemessen
f_c	26,4 kHz	aus $\frac{g_c}{c_c}$
g_{cr}	0,15 μ S	Kollektorrestleitwert, aus $(h_{22b}) I_C \rightarrow 0, f \rightarrow 0$
g_{cd}	0,50 μ S	aus $g_{cd} = g_c - g_{cr}$
c_{es}	4,5 pF	Extrapolation von $U_{EB} < 0$ auf $U_{EB} > 0$
c_{ed}	845,5 pF	$c_{ed} = c_e - c_{es}$
$c_{e}^* \text{ ges}$	6,8 pF	$= \frac{1}{\omega} \text{Im}\{h_{22b}\} f \ll f_{\beta 1} = c_c + \frac{c_e \cdot \alpha_0'}{k_u} + C_{cb}$
c_{cs}^*	6,1 pF	$= \frac{1}{\omega} \text{Im}\{h_{22b}\} I_E = 0$ (Sperrschicht - plus statische Kapazität)
$\frac{c_e}{k_u}$	0,34 pF	
$c_{cd}^* \text{ ges}$	0,70 pF	$= \frac{\alpha_0' c_e}{k_u} + \text{Diffusionsanteil von } (c_c + C_{cb})$
$r_{ee'}$	1,5 Ω	bestimmt nach Kulke und Miller [2]
β_0	52; $f = 1$ kHz	$h_{22e} = 59 \mu$ S; $f = 1$ kHz
y_{22e}	30,3 μ S; $f = 1$ kHz	$h_{22b} = 1,1 \mu$ S; $f = 1$ kHz
y_{21e}	53 mS; $f = 1$ kHz	$h_{11e} = 1000 \Omega$; $f = 1$ kHz
h_{12e}	$5,8 \cdot 10^{-4}$; $f = 1$ kHz	

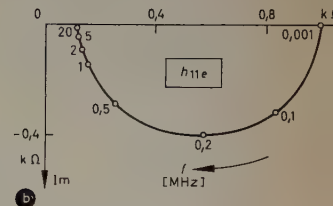
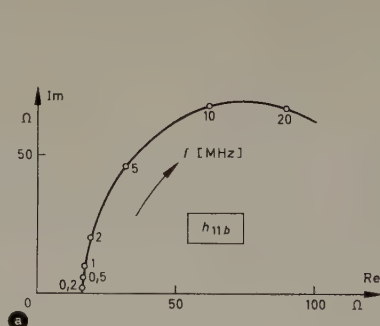
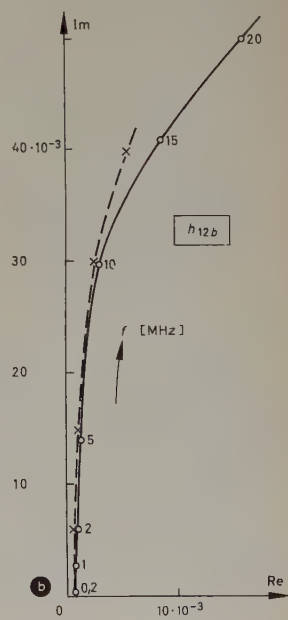
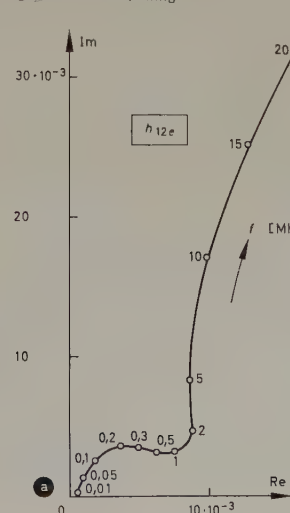
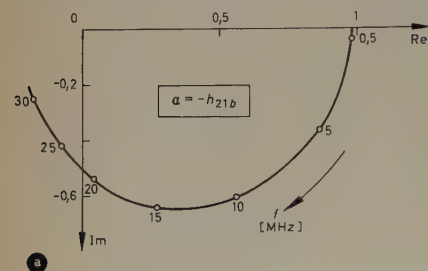


Bild 5. Kurzschluß-Eingangswiderstand h_{11b} (a) und h_{11e} (b) des HF-Transistors AF 101, Nr. 2. $U_C = -10$ V, $I_C = -2$ mA, $t_{umg} = 25^\circ$ C

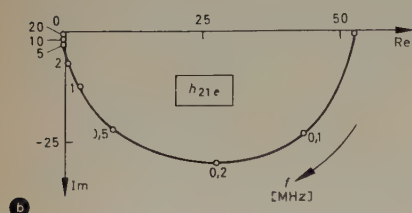
Bild 6. Leerlauf-Spannungsrückwirkung h_{12e} (a) und h_{12b} (b) des HF-Transistors AF 101, Nr. 2, in Emittor- und Basisschaltung. $U_C = -10$ V, $I_C = -2$ mA, $t_{umg} = 25^\circ$ C



Übereinstimmung gut ist. Vor allem, wenn man bedenkt, daß jedes der neun Elemente der Ersatzschaltung sowie jede Vierpolgröße einen bestimmten Meßfehler und eine gewisse Meßunsicherheit aufweisen. Weiterhin sind alle Größen stark vom Arbeitspunkt und von der Frequenz abhängig, was zusätzliche Fehlermöglichkeiten mit sich bringt. Die Abweichungen der Beträge und der Phasenwinkel von

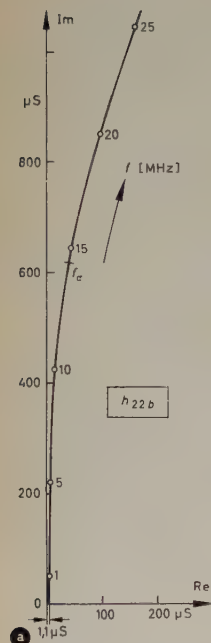


a

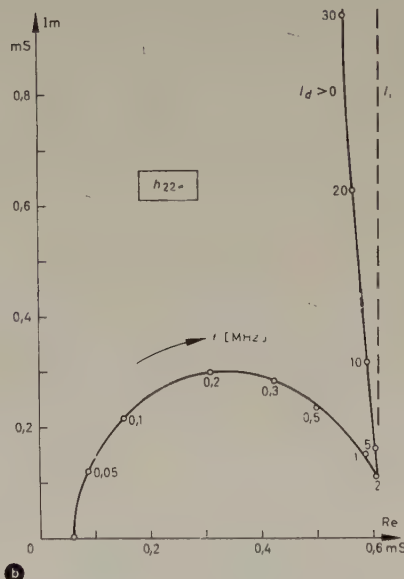


b

Bild 7. Kurzschluß-Stromverstärkung h_{21b} (a) und h_{21e} (b) des HF-Transistors AF101, Nr. 2. $U_C = -10$ V, $I_C = -2$ mA, $t_{umg} = 25^\circ$ C



a



b

Bild 8. Leerlauf-Ausgangsleitwert h_{22b} (a) und h_{22e} (b) des HF-Transistors AF101, Nr. 2. $U_C = -10$ V, $I_C = -2$ mA, $t_{umg} = 25^\circ$ C

Meß- und Rechenwert sind im ungünstigsten Fall etwa 10% beziehungsweise 6° . Meistens sind diese Unterschiede jedoch wesentlich geringer. Es kann deshalb gesagt werden, daß die benutzte Ersatzschaltung das Verhalten des Transistors bis über die α -Grenzfrequenz hinaus gut beschreibt.

Die Bilder 5 bis 8 zeigen die Ortskurven sämtlicher h -Parameter des in der Basis- und in der Emitterschaltung betriebenen Transistors. Man erhält also aus den Bildern 1 bis 8 einen anschaulichen Einblick in den prinzipiellen Verlauf der wichtigsten Vierpolparameter einschließlich der auftretenden Größenordnungen.

Die Kurvenläufe der Steilheiten y_{21b} und y_{21e} (Bild 3) sowie die Stromverstärkungsfaktoren h_{21b} und h_{21e} (Bild 7) gelangen alle bei hohen Frequenzen in den benachbarten Quadranten der komplexen Zahlenebene, erreichen also einen Phasenwinkel von mehr als 90° . Im Gegensatz zu den meisten anderen bekannten Ersatzschaltungen bildet die hier benutzte dieses Verhalten mit der Induktivität L_d

nach, die außerdem bewirkt, daß der Phasenwinkel von $-h_{21b}$ bei der α -Grenzfrequenz größer als 45° ist (hier -64°).

Der Imaginärteil des Leerlauf-Ausgangsleitwertes h_{22e} durchläuft bei der Frequenz $f_e \cdot \sqrt{\beta_0'}$ (bei etwa 2 MHz im Bild 8b) ein Minimum. Mit wachsender Frequenz nimmt der Realteil von h_{22e} oberhalb dieser Frequenz geringfügig ab. Das wird ebenfalls durch L_d beschrieben.

Schrifttum

- [1] Benz, W.: Über Ersatzschaltbilder für den als linearer Verstärker betriebenen Transistor. Elektron. Rdsch. Bd. 14 (1960) Nr. 1, S. 5–9 u. Nr. 2, S. 59–64
- [2] Kulke, B., u. Miller, S. L.: Accurate measurement of emitter and collector series resistances in transistors. Proc. IRE Bd. 45 (1957) S. 90

(eingegangen am 20. Oktober 1959)

PERSÖNLICHES

Dr. Heinrich Hecht 80 Jahre

Am 4. Februar 1960 vollendete Dr. Dr. h.c. H. Hecht, Mitbegründer und Gesellschafter der *Electroacoustic GmbH*, Kiel, das 80. Lebensjahr. Nach seiner Promotion an der Königsberger Universität im Jahre 1903 war er zunächst noch mehrere Jahre an der dortigen Universität Assistent und arbeitete dann in der Industrie. H. Hecht ist einer der Pioniere der deutschen Unterwasserschalltechnik und der technischen Akustik und ebenso Wissenschaftler wie Praktiker von internationalem Ruf. Als Mitgründer der 1926 ins Leben gerufenen *Electroacoustic GmbH* übernahm er als deren Geschäftsführer die Leitung der wissenschaftlichen und technischen Forschung und Entwicklung dieses Unternehmens. Zahlreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen aus seiner Feder sind noch heute die Grundlagen seines Fachgebietes. Jedem Fachmann sind auch seine Bücher „Schaltschemata und Differentialgleichungen elektrischer und mechanischer Schwingungsgebilde“ und „Elektroakustische Wandler“ bestens bekannt.

Heute steht Dr. Hecht auch dem Aufsichtsrat der von ihm mitgegründeten Firma als Vorsitzender vor. In Anerkennung seiner Verdienste als Forscher und Unternehmer wurden ihm zahlreiche Ehrungen zuteil, so die Ernennung zum Ehrensenator der Technischen Universität Berlin und zum Ehrenbürger der Christian-Albrechts-Universität Kiel. Die naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Göttingen ehrte ihn durch Verleihung der Würde eines Ehrendoktors.

Professor Albert Narath 60 Jahre

Am 29. Januar 1960 beging Professor Dr. Albert Narath, der Vorsitzende der Deutschen Kinotechnischen Gesellschaft, seinen 60. Geburtstag. Nach dem Studium an der Universität Heidelberg und anschließender Promotion wurde Narath 1925 wissenschaftlicher Assistent am Photochemischen Institut der Technischen Hochschule Charlottenburg und trat zwei Jahre später in das Forschungslaboratorium der AEG in Berlin ein. Narath arbeitete an führender Stelle an der Entwicklung des Tonfilms und trug mit dazu bei, daß sich diese neue Technik in sehr kurzer Zeit durchsetzen konnte. Im Anschluß an eine 10jährige Zugehörigkeit zum Tonfilmlaboratorium der *Telefunken GmbH* trat er 1941 zur *Klangfilm GmbH* über, deren Forschungslaboratorium er bis Kriegsende leitete. 1948 folgte Narath einem Ruf an die Technische Universität Berlin, übernahm den Lehrstuhl für angewandte Photochemie und wurde schließlich 1956 ordentlicher Professor und Direktor des Instituts für angewandte Photochemie und Filmtechnik.

Auch durch eine große Anzahl von wissenschaftlichen Veröffentlichungen ist Professor Narath hervorgetreten. In Zusammenarbeit mit H. Lichte entstand 1941 das Standardwerk „Physik und Technik des Tonfilms“. Nachdem die technische Entwicklung des Tonfilms inzwischen zu einem gewissen Abschluß gekommen ist, hat sich der Jubilar in jüngster Zeit anderen Arbeiten zugewendet, wie zum Beispiel der Korpuskularfotografie (Ionographie), der FilmDOSimetrie für Neutronenstrahlung sowie der Untersuchung fotografischer Gelatinen und Kunststoffemulsionen.

Technische Universität ehrt Dr.-Ing. Heyne

In einer Feierstunde der Technischen Universität Berlin wurde Dr.-Ing. Heyne, Vorsitzender des Vorstandes der *Telefunken GmbH*, die akademische Würde Dr.-Ing. E.h. auf Vorschlag der Fakultät für Elektrotechnik verliehen. Mit dieser Auszeichnung sollen seine hervorragenden Ingenieurleistungen bei der technischen und wirtschaftlichen Planung, Organisation und Führung großer Industriegemeinschaften ihre Anerkennung finden. Zugleich werden seine erfolgreichen Bemühungen um den Wiederaufbau der deutschen Elektroindustrie, besonders in Berlin, gewürdigt.

Dr. K. Johannsen 25 Jahre bei der AEG

Dr.-Ing. K. Johannsen, Leiter der Technisch-Literarischen Abteilung der AEG, beging am 27. Februar 1960 sein 25jähriges Dienstjubiläum. Nach dem Studium der Starkstromtechnik an der Technischen Hochschule Berlin trat er 1935 in die Apparatefabrik der AEG in Berlin-Treptow ein und übernahm 1942 als Laborchef die Entwicklung der Elektronenstrahl-Oszillografen. Im gleichen Jahr promovierte er an der Technischen Hochschule Danzig. Seit Kriegsende war Johannsen in der Fabrikleitung tätig, bis er 1949 mit der Führung der technisch-literarischen Arbeit in der AEG betraut wurde. Seit 1951 erscheinen unter seiner Leitung die AEG-Mitteilungen wieder.

Zur Verwendung dekadischer Zählröhren in nichtdekadischen Zählsystemen

DK 621.385.12:621.374.32

Spezielle Zählröhren ermöglichen es, dekadische Zählstufen mit einem Minimum an Schaltelementen aufzubauen. Zur Abzählung nichtdekadischer Zyklen werden dagegen in der Regel Ringschaltungen oder Koinzidenzanordnungen mit verhältnismäßig großem Schaltaufwand benutzt. Die Arbeit behandelt ein Verfahren, das es erlaubt, für diese Zwecke die dekadische Kaltkatoden-Zählröhre EZ 10 zu verwenden. Im wesentlichen besteht die Anordnung aus einer Reihenschaltung von Zählröhren. Durch geeignete Zwischenstufen wird erreicht, daß die leuchtende Gasentladung nach dem Durchlaufen einer Röhre in dieser löscht und ihren Weg zu der nächstfolgenden Röhre fortsetzt. Es wird zuerst die Funktion der Röhre EZ 10 erläutert, anschließend das Prinzip des Transfers der Gasentladung von Röhre zu Röhre beschrieben und dann ein dimensioniertes Schaltbeispiel angegeben.

Zählgeräte werden heute überwiegend mit speziellen Dekadenröhren ausgerüstet, die einen außerordentlich einfachen Aufbau der Schaltungen ermöglichen. Aus binären Stufen zusammengesetzte Zähler sind meist nur noch im Bereich sehr hoher Geschwindigkeiten zu finden, und auch die Ringzähler sind nur noch vereinzelt vertreten.

Ein verändertes Bild ergibt sich bei der Betrachtung von Schaltungen, die nicht dekadisch arbeiten, sondern Zyklen abzählen, die von 10 verschieden sind. Vor allem für Zyklen größer als 10 ist die Situation grundsätzlich anders. Dekadische Schaltungen mit Spezialröhren sind höchstens in Verbindung mit Koinzidenz-Netzwerken und automatischen Rückstellungen zu verwenden. Sie verlieren dabei zwangsläufig den Vorteil des geringen Aufwandes. Es bleibt zumeist nichts anderes übrig, als auf Ringzähler und binäre Zähler zurückzugreifen. Da das Durchlaufen nichtdekadischer Zyklen aber im allgemeinen zusammen mit einem Abtastvorgang auftritt, führen auch die binären Schaltungen zu unbequemem Aufwand. Es liegt aus diesen Gründen der Versuch nahe, einfache Schaltungen für Dekadenröhren zu entwickeln, die auch die Lösung nichtdekadischer Zählaufgaben gestatten. Die vorliegende Arbeit behandelt eine derartige Anordnung, die mit der asymmetrischen Kaltkatoden-Zählröhre EZ 10 (Elesta AG) arbeitet.

1. Die Zählröhre EZ 10

Bild 1 zeigt schematisch den Aufbau der Zählröhre EZ 10 in linearer Abwicklung des Elektrodensystems. Das System setzt sich aus einer zylindrischen Anode und zwanzig dachziegelartig schräggestellten Katoden zusammen, die konzentrisch um die Anode angeordnet sind.

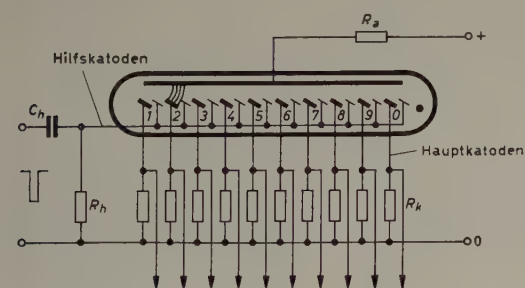


Bild 1. Schematischer Aufbau der Zählröhre EZ 10

Zehn der Katoden sind sogenannte Hauptkatoden, von denen die leuchtende Gasentladung während der zehn diskreten Zählzustände der Röhre ausgeht. Zwischen je zwei Hauptkatoden ist eine Hilfskatode eingefügt; alle zehn Hilfskatoden sind miteinander verbunden. In einer Zählschaltung wird die Anode der Röhre über den Widerstand R_a mit dem positiven Pol der Spannungsquelle verbunden. Die Hauptkatoden liegen mit den Widerständen R_k an Null, und auch die Hilfskatoden sind über die Widerstände R_h nach Null geführt. Der negative Steuerimpuls wird über den Kondensator C_h an die Hilfskatoden gegeben.

Zur Erklärung des Zählmechanismus sei angenommen, daß eine Entladung auf Katode 2 brenne. Zwischen der Anode und sämtlichen Katoden herrscht dann zwangsläufig die Brennspannung des Gases,

und es kann keine zweite Katode zünden. Die Wirkung der gegen den Anodenwiderstand sehr kleinen Katodenwiderstände wird bei dieser Überlegung als unwesentlich vernachlässigt. Da die der brennenden Katode in Zählrichtung benachbarte Hilfskatode infolge ihrer Schrägstellung in die Entladungszone hineinragt, fließt über sie ein geringer Sondenstrom. Am Widerstand R_h entsteht so automatisch eine positive Vorspannung der Hilfskatodengruppe.

Wird nun ein Steuerimpuls angelegt, dann liegt zwischen der Anode und den Hilfskatoden eine größere Spannung als die Zündspannung des Gases. Eine der Hilfskatoden kann jetzt zünden. Und zwar wird die bereits genannte, in Zählrichtung benachbarte Hilfskatode zünden, da ihre Umgebung weitaus am stärksten vorionisiert ist. Sobald diese Hilfskatode aber brennt, sinkt das Anodenpotential so weit ab, daß sich die Spannung zwischen der Anode und den Hauptkatoden unter die Brennspannung verringert. Es muß daher die bisherige Entladung auf Hauptkatode 2 erlöschen, und es brennt nunmehr nur noch die Hilfskatode.

Am Ende des Steuerimpulses läuft der beschriebene Transfervorgang ein zweites Mal ab. Wenn der Impuls verschwindet, verschiebt sich das Potential der Hilfskatoden wegen des Widerstandes R_h in positiver Richtung. Im Abstand der Brennspannung folgt das Anodenpotential dieser Verschiebung und steigt so weit an, daß wieder eine der Hauptkatoden zünden kann. Es zündet die in Zählrichtung benachbarte Katode 3, und die Entladung der Hilfskatode erlischt.

Die Röhre hat damit einen Zählschritt von 2 nach 3 ausgeführt. Dieser Vorgang wiederholt sich von Katode zu Katode. An welcher Stelle sich die Entladung jeweils befindet, ist elektrisch an dem Spannungsabfall an den Widerständen R_k erkennbar. Die Steuerung einer zweiten, nachgeschalteten Dekade erfolgt ebenfalls von einer der Katoden aus. Soll die Entladung bei Vorwahl- und Rückstellvorgängen zwangsweise zu einer bestimmten Zählstellung befördert werden, so wird an die entsprechende Katode ein kräftiger negativer Impuls gegeben.

2. Prinzip der nichtdekadischen Schaltung

Außer dem beschriebenen Transfer der Glimmentladung von Katode zu Katode einer Zählröhre tritt bei Zählschaltungen mit nichtdekadischen Zyklen das Problem des Transfers von einer Röhre zur anderen auf. Die schalttechnische Lösung dieser Frage wird durch die Bedingung erschwert, daß die Abtastimpulse an sämtlichen Katoden aller Röhren vollkommen gleichartig sein sollen.

Das Prinzip einer unter Berücksichtigung dieser Bedingung entwickelten Zählschaltung ist im Bild 2 zu sehen. Die Anoden aller Zählröhren $R\ddot{o}1 \dots R\ddot{o}n$ sind miteinander verbunden und über einen gemeinsamen Arbeitswiderstand R_a an die Speisespannung angeschlossen. Auch die Hilfskatoden aller Röhren sind zusammengefaßt und zu einem gemeinsamen Widerstand R_h geführt. Zur Vereinfachung des Schaltbildes sind die Hilfskatoden im Bild 2 nicht eingezeichnet, sondern es ist jeweils die ganze Gruppe als Schaltsymbol dargestellt. Abgesehen von der noch zu besprechenden Schaltung der Hauptkatoden, liegt somit eine einfache Parallelschaltung der Zählröhren vor. Die Steuerung der Hilfskatoden erfolgt von einem monostabilen Multivibrator M_e , der von den Eingangsimpulsen U_e getriggert wird.

Zwischen die Katoden 9 und 0 zweier aufeinanderfolgender Zählröhren sind monostabile Multivibratoren $M1 \dots Mn$ geschaltet. Sie werden über Differenzierglieder durch die Rückflanken der Impulse der Katoden 9 angestoßen und liefern zu den Katoden 0 negative Impulse hoher Spannung. Wesentlich für die Funktion der Anordnung ist das Verhältnis der zeitlichen Dauer dieser Impulse zu der des Hilfskatodenimpulses. Der letztere soll genau doppelt so lang sein wie die Katodenimpulse.

Es werde nun angenommen, daß auf $K 1.2$ eine Entladung brenne. Wegen des gemeinsamen Anodenwiderstandes kann weder in $R\ddot{o}1$

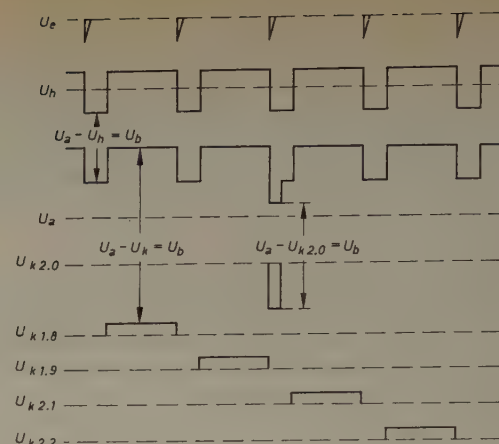
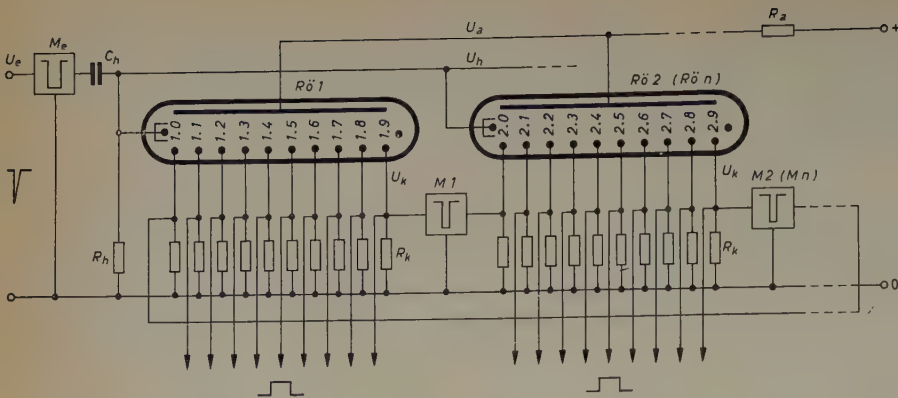
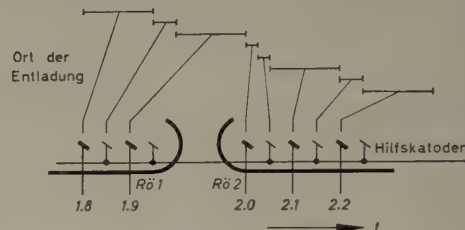


Bild 2. Prinzipschaltung zur Übertragung der Zähl-schritte von einer Röhre zur anderen

Bild 3. Impulsschema des Transfers ($U_b =$ Brennschaltung)



noch in einer anderen Röhre eine zweite Entladung stattfinden. Beim Eintreffen von Zählimpulsen springt die Entladung in Röhre 1, dem oben beschriebenen Mechanismus folgend, von Katode zu Katode. Dieser Zählvorgang entspricht völlig dem in einer dekadischen Schaltung. Ist die Glimmentladung jedoch auf K 1.9 angelangt, ergibt sich eine veränderte Situation. Trifft jetzt ein Zählimpuls ein, so wird die Entladung dann von K 1.9 zur benachbarten Hilfskatode gezogen. Im gleichen Moment spricht aber der an K 1.9 angeschlossene Multivibrator M 1 an und beaufschlagt K 2.0 von Röhre 2 mit einer sehr hohen negativen Impulsspannung. Ungeachtet aller anderen Potentialverhältnisse, wird die Katode so zur Zündung gezwungen. Das Anodenpotential folgt im Abstand der Brennschaltung dem weit zu negativen Werten gesteuerten Potential an K 2.0, und die Entladung in Röhre 1 erlischt. Ist der Impuls an K 2.0 beendet, dann überwiegt die Wirkung des Hilfskatodenimpulses, der voraussetzungsgemäß die doppelte Länge des Katodenimpulses hat und also noch nicht abgeklungen ist. Ihm folgend, springt die Entladung jetzt zu der Hilfskatode über, die K 2.0 in Zählrichtung benachbart ist. Sobald auch der Hilfskatodenimpuls beendet ist, zündet, dem normalen Transfermechanismus folgend, K 2.1, und die Hilfskatode erlischt. Damit ist der Übergang von Röhre 1 auf Röhre 2 vollzogen. Er geht von K 1.9 aus und endet bei K 2.1; K 2.0 wird zu einer zusätzlichen Hilfskatode degradiert und tritt nicht mehr als stabile Zählstellung auf. Von den zehn möglichen Stellungen der Zählröhre werden also nur noch neun ausgenutzt. Der Transfer von Röhre zu Röhre geschieht innerhalb der gleichen Zeit, die für den normalen Transfer von Katode zu Katode benötigt wird. Zur besseren Übersicht ist der Ablauf des Transfers im Bild 3 schematisch dargestellt. Aus den Impulsschemata dieses Bildes sind auch die Potentialverhältnisse des normalen Transfers innerhalb einer Röhre ersichtliche.

In der Zählröhre Röhre 2 durchläuft die Entladung wieder in normalen Zähl-schritten die Folge der Katoden, bis sich der Sprung zur nächsten Röhre wiederholt. Dieser Vorgang setzt sich fort, bis sich der Ring schließt und die Glimmentladung wieder in Röhre 1 angelangt ist. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß der Anschluß der Zwischenmultivibratoren sowohl eingangs- als auch ausgangsseitig nicht an bestimmte Katoden gebunden ist. Je nach gewünschter Schrittzahl je Röhre können die Multivibratoren beliebig angeschaltet werden. Selbstverständlich ist es ebenfalls möglich, einen Multivibrator

zwischen zwei Katoden einer einzigen Zählröhre zu legen und so einen Zyklus mit weniger als 10 Stellen zu erzeugen. Auch können die Abgriffe über Stufen- oder Diodenschalter geführt und damit die Schrittzahlen jederzeit von Hand oder elektronisch verändert werden.

3. Beispiel einer ausgeführten Schaltung

Eine labormäßig erprobte Schaltung ist ausschnittsweise im Bild 4 wiedergegeben; sie zeigt den Eingangsmultivibrator (Röhre 1) zur Steuerung der Hilfskatoden, zwei Zählröhren des Ringes (Röhre 2, Röhre 4) und einen Zwischenmultivibrator (Röhre 3).

Die negativen Eingangsimpulse von etwa 10 V gelangen an Röhre 1, die negative Impulse von 0,15 ms Dauer und 90 V Spitzenspannung erzeugt und an die Hilfskatoden der Zählröhren gibt. Mit der Bemessung der Impulsbreite von Röhre 1 ist die Auflösung der Zähl-schaltung bestimmt. Die an die Hilfskatoden angeschlossene Diode D 1 verhindert, daß die automatische Vorspannung bei der Aussteuerung zu hohen positiven Werten abwandert.

In der Zwischenstufe wird die spannungsfeste Röhre ECL 82 verwendet. Sie ist über ein Diodenfilter (D 3, D 4) und ein nachfolgendes Differenzierglied an K 9 von Röhre 2 angeschlossen. Das Diodenfilter hält negative Impulse von der Zwischenstufe fern, die über die Katoden-Katoden- und die Hilfskatoden-Katodenkapazität von Röhre 2 nach Röhre 3 gelangen können. Röhre 2 wird ebenso wie die anderen Zählröhren mit hohen negativen Impulsen gesteuert. Auch die schwache kapazitive Überbrückung der Anodenwiderstände der Multivibratoren hat den Zweck, das Durchschlagen der steilen Impulsflanken zu verringern.

Das Pentodensystem von Röhre 3 ist an die 560-Volt-Speisespannung der Zählröhren angeschlossen. Dadurch ist diese Röhre in der Lage,

negative Impulse von 400 V Spitzenspannung an K 0 von Röhre 4 zu liefern. Diese Impulse haben eine Dauer von 0,075 ms. Damit sie einen hinreichend großen Arbeitswiderstand finden, ist in Reihe mit dem Katodenwiderstand die Diode D 5 geschaltet. Da zwar hohe Impulsspannungen, aber nur geringe Ströme gebraucht werden, arbeitet das Pentodensystem mit stark gleitender Schirm-

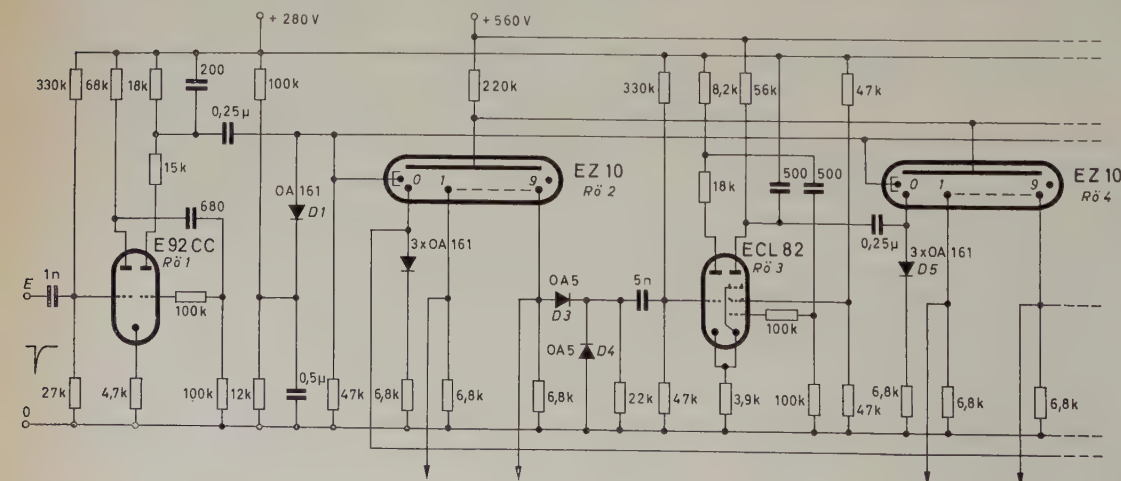


Bild 4. Labormäßig erprobte Schaltung mit zwei Röhren EZ 10

gitterspannung. Mit der angegebenen Dimensionierung wird erreicht, daß der Katodenstrom des Systems auch ohne Gitterspannung einen Strom von 10 mA nicht übersteigt.

Schrifttum

- [1] v. Gugelberg, H. L.: Eine neue dekadische Zählröhre mit kalten Katoden. *Helv. phys. Acta*, Bd. 26 (1953) S. 586
- [2] Stearman, G. H.: The use of dekatrons for pulse distribution. *Electronic Engng.* Bd. 31 (1959) Nr. 372, S. 69
- [3] McAsulan, J. H. L., u. Brimley, K. J.: Polycathode counter tube applications. *Electronics* Bd. 26 (1953) Nr. 11, S. 138
- [4] Dekadenzählröhren. *Elesta Techn. Mitt.* (1960) Nr. 14

(eingegangen am 21. Dezember 1959)

W. HENNIG

Eine Mikro-Glühlampe

DK 621.326.75

Mit der fortschreitenden Miniaturisierung elektronischer Geräte ist auch der Bedarf an Anzeigelampen entstanden, die in Größe und Anwendbarkeit der modernen Bau- und Schaltungstechnik entsprechen. Dazu gehört nicht nur, daß die geometrischen Abmessungen bis zum Äußersten verkleinert sind, sondern daß auch die elektrische Leistung auf ein Minimum gebracht wird, einmal, weil diese Leistung nur begrenzt verfügbar ist, zum andern aber auch, weil die Abfuhr der Verlustwärme ein besonderes Problem bei der Miniaturisierung ist. Glühlampen scheiden für transistorisierte Geräte wegen der dazu erforderlichen hohen Spannungen aus. So ergab sich die Forderung nach einer Glühlampe, die so bemessen ist, daß sie mit der Leistung gewöhnlicher Transistoren betrieben werden kann. In den USA wurde ein Typ einer solchen Lampe entwickelt, der nicht nur wegen seiner Kleinheit, sondern auch hinsichtlich der Fertigung und der elektrischen Eigenschaften recht bemerkenswert ist.

Diese Mikrolampe hat einen Durchmesser von 0,6 mm und eine Länge von 2,5 mm. Ihr Gewicht ist 5 mg, bei einer besonders kleinen Ausführung sogar nur 2 mg. Die elektrischen Daten sind so gewählt, daß die Lampe direkt in den Stromkreis eines Transistors eingeschaltet werden kann. Bei einer Betriebsspannung von 1...1,5 V stellt sich ein Strom von 25...30 mA ein.

Diese Werte erreicht man mit einem Wolframfaden von 6,25 μ Durchmesser, der zu einer Wendel von 25 μ Durchmesser aufgewickelt ist. Die Wendel ist also noch nicht halb so dick wie ein menschliches Haar. Der Durchmesser des Fadens ist kaum ein Zehntel von dem eines Haars.

Es ist verständlich, daß derartig feine und winzige Teile nur nach besonderen Verfahren verarbeitet werden können. Das nachfolgend beschriebene ist zwar nicht für die Massenfertigung gedacht, doch zeigt es die Schwierigkeiten, die schon bei labormäßiger Herstellung auftreten.

Die Zuleitungen sind zugleich Halterungen und bestehen aus Platindrähten von 0,125 mm Durchmesser. Sie sind mit Haken und kleinen Glasperlen versehen und werden paarweise in eine präzise Montageaufnahme gespannt. Das Glasröhrchen, das später den Kolben der Lampe bilden wird, ist einseitig aufgeschoben (Bild 1). Die Wendel wird in den Haken der Haltedrähte eingehängt und durch Quetschen befestigt. Mit einer entsprechenden Einrichtung wird die Wendel auf eine bestimmte Länge gedehnt, so daß die einzelnen Windungen einen definierten Abstand voneinander bekommen. Das Glasröhrchen wird so aufgeschoben, daß seine Enden mit den Glasperlen abschließen.

In diesem Zustand wird die gesamte Vorrichtung unter einen Rezipienten gebracht und evakuiert. Mit elektrischer Beheizung der Halterungen werden die Perlen mit dem Glasröhrchen verschmolzen. Um die zentrische Lage zu erhalten, ist zuerst die eine Seite, dann die andere zu erwärmen. Der ganze Vorgang wird durch ein binokulares Mikroskop beobachtet, während man gleichzeitig den Strom durch den Wolframfaden mißt. Der vakuumdichte Verschluss zeigt sich als Änderung der Lampencharakteristik, weil das vom heißen Glase abgegebene Gas nicht mehr von der Vakuumpumpe abgesaugt wird. Eine derartig hergestellte Mikrolampe hat eine große mechanische

Festigkeit und infolge der geringen Maße sowie wegen der Art der Konstruktion auch eine erhebliche Stoßfestigkeit.

Die elektrischen Eigenschaften einer solchen Mikrolampe sind grundsätzlich dieselben wie die aller Wolfram-Glühlampen. Der ungewöhnlich dünne Faden hat aber eine besonders geringe Trägheit. Die Helligkeit folgt Spannungsänderungen mit großer Geschwindigkeit. Bei einer Schaltfrequenz von 100 Hz geht die Helligkeit noch bei jedem Nulldurchgang der Spannung ebenfalls auf Null zurück. Mit steigender Frequenz folgt die Abkühlung des Fadens nicht mehr. Bei 200 Hz ist die Helligkeit aber noch zu 50% mit der Frequenz moduliert. Mikrolampen können deshalb weitgehend wie Glühlampen zur Wechselstrom-Wechsellicht-Umwandlung verwendet werden. Es sind aber auch andere Anwendungsmöglichkeiten der Mikrolampen denkbar, die von der geringen Trägheit Gebrauch machen.

Bild 2 zeigt den Lampenstrom in Abhängigkeit von der angelegten Spannung. Bei 1 V wird normale Helligkeit erreicht. Sie läßt sich durch Erhöhen der Spannung vergrößern, wobei aber die Lebensdauer in bekannter Weise abnimmt.

Im Bild 3 ist der Verlauf der Spannung, der Fadentemperatur und des Stroms zeitabhängig beim periodischen Ein- und Ausschalten mit einer Schaltfolge von 25 Hz zu sehen. Der Helligkeitsverlauf folgt weitgehend der angelegten Spannung mit nur geringen Verzögerungen beim Ein- und Ausschalten. Der Einschaltstrom sinkt rasch auf den Betriebswert ab, da der Faden schnell seine Betriebstemperatur

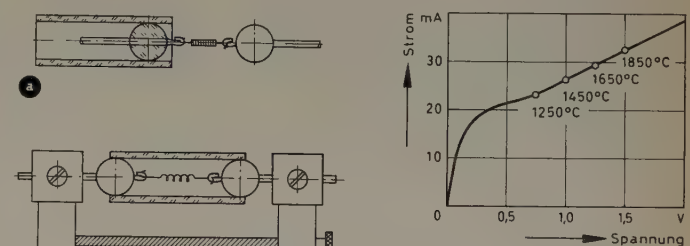


Bild 2. Strom und Fadentemperatur als Funktion der angelegten Spannung

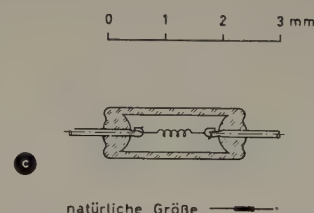
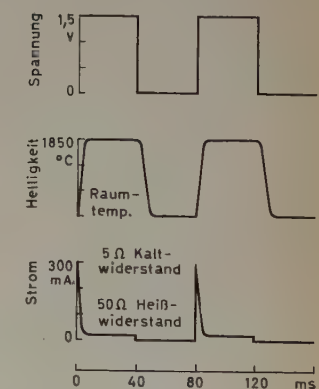


Bild 1. Zusammenbau der Mikrolampe; a) Wendel mit Glasperlen und Röhrchen, b) in die Montagevorrichtung gespannte Einzelteile vor dem Verschmelzen, c) Schnitt durch die Mikrolampe und darunter schematisch ihre natürliche Größe

Bild 3. Spannung, Fadentemperatur und Strom als Funktion der Zeit bei Betrieb mit einer 25-Hz-Rechteckspannung



erreicht. Der Strom hat also den Verlauf spitzer Impulse. Es wäre denkbar, eine Mikrolampe zur Differenzierung und Impulsformung zu verwenden. Eine solche Anordnung dürfte an Einfachheit nicht mehr zu überbieten sein.

Obwohl die aufgenommene Leistung nur etwa 25...45 mW ist, wird infolge der kleinen Fläche der winzigen Wendel eine recht erhebliche Leuchtdichte erreicht. Für viele optische Geräte kann diese Lichtquelle als punktförmig angesehen werden. Wegen des geringen Gewichts und der kleinen Abmessungen ist es möglich, derartige Mikrolampen auch auf Zeigern von Meßinstrumenten anzubringen, womit sich eine ausgezeichnete Anzeige ergibt. Eine Kombination von Zeiger und Leuchtmelder, etwa für Grenzwertmeldung, ist denkbar.

Eigentliches Anwendungsgebiet der Mikrolampen sind aber transistorisierte Zähler, Rechenmaschinen und dergleichen sowie Schalt- und Anzeigetafeln oder Ähnliches. Die kleinen Abmessungen machen die Mikrolampe für die Beleuchtung kleinster Hohlräume, besonders auch in der Medizin für Endoskope, geeignet. Es ist außerdem zu erwarten, daß sich noch völlig neue Anwendungsgebiete ergeben.

(eingegangen am 7. Januar 1960)

Internationale Fachmesse für Laboratoriums-, Meßtechnik und Automatik in der Chemie

Fortsetzung aus ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU Bd. 14 (1960) Nr. 1, S. 30

DK 061.4 „1959“

Dieser zweite Beitrag über die Internationale Fachmesse für Laboratoriums-, Meßtechnik und Automatik in der Chemie (ILMAC) bringt als Fortsetzung der Gruppe „Elektrische und elektronische Geräte“ noch Rechenmaschinen und Zählgeräte sowie Analog-Digital-Umwandler. Es folgen dann elektronische Geräte zur elektrischen Messung nichtelektrischer Größen, die von zunehmender Bedeutung nicht nur für die Messung im Labor, sondern insbesondere auch für die Verfahrenstechnik und die Automatisierung werden.

1.5 Rechenmaschinen und Zählgeräte

Die ILMAC zeigte deutlich, wie sehr das Interesse an kleinen und handlichen Elektronenrechnern von Jahr zu Jahr weiter zunimmt. Man sah deshalb dort keine der großen datenverarbeitenden Anlagen, sondern vielmehr Rechengeralte, die speziell für Forschung und Entwicklung, das heißt also für den Gebrauch im Labor größerer Firmen und Institute, geeignet sind. Da die dabei auftretenden Probleme zumeist weniger in der Verarbeitung großer Datenmengen als vielmehr in der Lösung von Differentialgleichungen oder in der Simulation bestimmter Vorgänge oder Prozesse bestehen, bedient man sich hier vorzugsweise der Analogrechner.

Ein recht handliches Tischgerät dieser Art ist der Analogrechner „3400“ der *Donner Scientific Co.* (OmniRay AG, Zürich), der zehn als Summierer oder Integratoren zu benutzende Verstärker enthält und das Einstellen von bis zu 5 Anfangsbedingungen erlaubt. Es sind dann Differential- oder Laplace-Gleichungen bis zu 5. Ordnung lösbar. Sind keine Anfangsbedingungen vorgegeben, dann lassen sich solche Gleichungen bis zu 9. Ordnung lösen. Zwei Dioden dienen der Nachbildung von Sprungstellen, andere nichtlineare Operationen werden durch geeignete Zusatzeinrichtungen zur Grundausrüstung verwirklicht. Zur Lösung umfangreicherer Probleme können zwei oder mehr Computer zusammengeschaltet und von einem Computer oder einem Bedienungsgerät aus betätigt werden. Der Rechner „3400“ ist für kontinuierlichen oder repetierenden Betrieb geeignet. Als Zusatzgeräte stehen unter anderem ein Funktionsgenerator, ein Multiplizierer für die Multiplikation veränderlicher Größen und ein Zweikanal-Verzögerungsgenerator mit einem Verzögerungsverhältnis von 20:1 zur Verfügung; die normale Verzögerungszeit ist $0,5 \dots 10 \text{ s} \pm 1\%$. Für größere Aufgaben ist das Modell „3100“ derselben Firma bestimmt, das besonders dadurch bemerkenswert ist, daß es eine Anzeige für die Übersteuerung eines oder mehrerer Verstärker enthält. Während bei den meisten Übersteuerungsanzeigen die Übersteuerung nur während der Dauer der Übersteuerung angezeigt wird, beispielsweise mittels einer Glühlampe, wird bei dem Modell „3100“ eine Daueranzeige erreicht, so daß es leichter möglich ist, die Ursache der Übersteuerung aufzufinden.

Der Computer „G-15“ von *Bendix* (OmniRay AG, Zürich) enthält einen internen Magnetrommelspeicher mit einem Speichervermögen von 2176 Wörtern, eine elektrische Schreibmaschine, einen Locher und einen photoelektrischen Lochstreifenleser hoher Geschwindigkeit. Der photoelektrische Abtaster nimmt Magazine mit 2500 Wörtern auf, die sich nach Art einer Bibliothek unterbringen und schnell und einfach in Arbeitsstellung bringen lassen. Über die elektrische Schreibmaschine kann zum Beispiel der Speicher direkt abgefragt werden; ebenso lassen sich damit Daten manuell eingeben.

Für die exakte Zeitmessung von Zeitintervallen im Bereich $1 \mu\text{s} \dots 1 \text{ s}$ stellte *Cintel* (Silectra, Zürich) das „Microsecond Chronometer“ vor, das sich besonders dadurch auszeichnet, daß es ausschließlich mit Transistoren bestückt und in gedruckter Schaltung ausgeführt ist. Es ist sowohl aus einer 12-V-Batterie als aus dem Netz zu betreiben. Dieses Gerät kann sowohl die Aufgabe einer sehr schnellen elektronischen Stoppuhr als auch Zählaufgaben übernehmen. Daneben ist es auch als Normalfrequenz-generator zu benutzen, da die dekadisch geteilte Frequenz des internen Kristalloszillators an getrennte Ausgänge geführt ist. Ein 1-MHz-Oszillator im Thermostaten speist über eine Emitterfolgstufe eine Schaltung, die zwei Trigger enthält, die die notwendigen kurzzeitigen Start- und Stoppimpulse aus einem Start- und Stopp-Eingangsimpuls beliebiger Kurvenform erzeugen. Die Frequenz des Kristalloszillators wird dann in sechs Stufen dekadisch geteilt. Jede Dekade enthält vier identische Binärteiler, deren natürlicher Teilungsfaktor von 16 auf 10 begrenzt ist. Mit jeder Dekade ist auf der Frontplatte ein Anzeigeinstrument verbunden, das den jeweiligen Zahlzustand der Dekade anzeigt. Die Torschaltung kann entweder mit 1 MHz oder 100 Hz sowie über eine äußere Bezugsfrequenz gesteuert werden. Die 100-Hz-Frequenz mit geringer Genauigkeit wird im Gerät selbst erzeugt und dient dazu, die Arbeitsweise der einzelnen Dekaden bei langsamer Zählgeschwindigkeit zu überprüfen. Zeiten zwischen $1 \mu\text{s}$ und 1 s werden in Intervallen von $1 \mu\text{s}$ gezählt, der eingebaute Kristalloszillator hat eine Konstanz von $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ je Woche. Die Bestückung besteht aus insgesamt 86 Transistoren.

Zählgeräte finden heute auch wichtige Anwendungen bei der Qualitätskontrolle. Es handelt sich dabei darum, statistische Daten auf einfache Weise auszuwerten. Eine erste Größe, die dabei interessiert, ist der Mittelwert aus einer Anzahl von Messungen. Sind x_i die einzelnen gemessenen Werte und n die Gesamtzahl der Messungen, dann ist der Mittelwert

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Es interessiert aber nicht nur der Mittelwert, sondern auch die Breite, mit der eine Meßgröße nach oben oder unten streut. Als Maß dieser Streuung wird allgemein die mittlere quadratische Abweichung verwendet. Diese Größe ist bedeutend besser geeignet, die Streuungsverhältnisse darzustellen als eine mittlere lineare Abweichung. Sie erlaubt ferner sofort abzuschätzen, wie viele Daten noch oberhalb oder unterhalb einer beliebigen Grenze vorhanden sind. Diese mittlere quadratische Abweichung berechnet sich zu

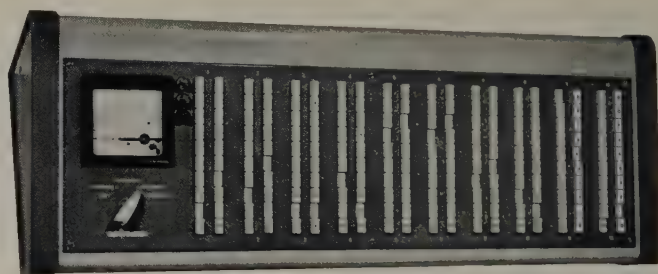
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Bei der praktischen Auswertung einer Meßreihe wird man oft nicht diese Formeln verwenden, sondern man wird zunächst die Meßdaten in eine Anzahl Klassen einteilen. Bezeichnet man mit f_i die Anzahl der Meßwerte in der i -ten Klasse und mit K_i den Klassenmittelwert einer beliebigen Klasse, dann berechnen sich die beiden charakteristischen Größen zu

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i K_i}{n}, \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i (K_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Neben diesen arithmetischen Methoden gibt es für die Auswertung auch Näherungslösungen, die aber im allgemeinen nicht befriedigen, da sie eine strenge Gaußsche Verteilung der Daten voraussetzen. Sind viele Messungen auszuwerten, dann erfordert das außerdem langwierige und gewissenhafte Detailarbeit.

Es liegt deshalb nahe, diese Rechenoperationen einem Rechenautomaten zu übertragen. Da sowohl Einzelwerte als auch Resultate in sehr großen Bereichen liegen können, sind normale Analogie-Rechenmethoden für die gewünschte Genauigkeit ausgeschlossen. Es läßt sich ohne weiteres ein größeres Digital-Rechengeralte für diese statistischen Rechnungen programmieren, jedoch lohnen sich Programmierungsaufwand und notwendiger finanzieller Einsatz im allgemeinen nicht. Im statistischen Auswertgerät „Statistik“ der Firma *Güttinger* wurde nun die normale Gleichstrom-Analogie-Rechenmethode durch ein Netzwerkmodell ersetzt, das es erlaubt,



die vorliegenden Formeln schnell und auf einfache Art zu lösen. Der Rechenfehler des Gerätes konnte kleiner gehalten werden als der mittlere theoretische Fehler, der durch die Aufspaltung in nur zehn Klassen entsteht. Bei der Ausführung des Netzwerkmodells wurde zur Ermittlung der Streuung die Tatsache benutzt, daß bei einem Transformator eine Impedanz im Quadrat des Übersetzungsverhältnisses übersetzt wird. Das Netzwerkmodell wird mit 50 kHz betrieben und ist volltransistorisiert.

Die elektronischen Impulzzähler der Firma *Jaquet* sind als Zeigerinstrumente ausgebildet und für Frequenzen bis 120 Imp/s geeignet. Der Zähler hat jeweils drei Zeiger (1 U = 100 Imp, 1 U = 1000 Imp, 1 U = 10000 Imp), die von Hand oder elektrisch auf Null zurückgestellt werden können. Alle diese Zähler werden durch kleine Elektromagnete geschaltet. Der Zähler Nr. „655“ ist die Kombination eines solchen Impulzzählers mit einer Elektro-Stoppuhr, deren Skala von 0...60 s in $\frac{1}{4}$ Sekunden unterteilt ist. Die Lunette ist drehbar und mit einem Schleifkontakt versehen, der auf dem zentralen Metallring aufliegt. Der Vorteil dieses Impulzzählers liegt darin, daß die Meßdauer voreingestellt werden kann, so daß die subjektiven Fehler, die beim Abstoppen von Hand unvermeidlich sind, wegfallen. Bei genau eingestellter Meßdauer von 60 s ist der Maximalfehler 0,1%. Für Drehzahlmessungen mittels Impulzzählers wird noch ein rotierender Unterbrecher benötigt, der am Wellenende der Maschine angesetzt wird. Die Welle des Unterbrechers hat eine Zunge, die in einem entsprechenden Schlitz von 3 mm Breite in der Maschine eingreift. Eine Nocke betätigt die kräftig dimensionierten Kontakte aus hochwertigem Material.

Eine Quarzuhr mit bemerkenswert handlichen Abmessungen zeigte *Ebauche* mit dem Modell „B-243“. Der 100-kHz-Generator enthält einen in einem Thermostaten eingebauten Quarz, der in einer luftleeren Glasschale befestigt ist und in Serienresonanz schwingt. Durch besondere schaltungstechnische Maßnahmen wird die Amplitude des Quarzes sehr genau konstantgehalten. Es folgt dann ein Frequenzteiler 100:1, der sich durch hohe Phasenstabilität auszeichnet, die auch bei Alterung der Röhren nicht beeinträchtigt wird. Die Ausgangsfrequenzen 10 kHz und 1 kHz sind eindeutig nur bei Speisung mit der Eingangsfrequenz 100 kHz vor-

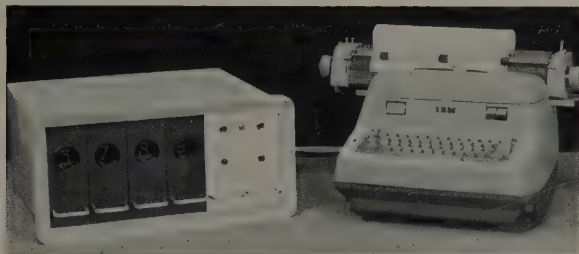
handen. Ein weiterer Frequenzteiler teilt dann die Frequenz von 1 kHz auf 200 Hz und schließlich auf 50 Hz, mit der über einen Endverstärker die Synchronuhr gespeist wird. Eine auf der Sekundenachse montierte Nocke schließt einmal je Sekunde einen Kontakt, dessen Schaltgenauigkeit besser als 1 ms ist. Mit dieser Quarzuhr steht ein Chronometer hoher Genauigkeit und mit Gangabweichungen unter 0,01 s je Tag zur Verfügung und gleichzeitig eine Normaluhr, sofern sie durch eine Gangreserve mit Batteriespeisung ergänzt wird.

1.6 Bausteine für digitale Systeme

Als erste Muster zeigte die *Philips AG*, Zürich, Kombielemente für den Aufbau digitaler Systeme, die für die elektronische Datenverarbeitung und die Maschinensteuerung immer mehr an Bedeutung gewinnen. Da solche Systeme im allgemeinen nur aus einigen, sich oft wiederholenden Grundsaltungen bestehen, ist die Verwendung geeigneter Bausteine überaus zweckmäßig. Für solche Anwendungszwecke hat *Philips* nun unter der Bezeichnung „Kombielemente“ betriebssichere Bausteine geschaffen, die sich wegen der guten mechanischen und elektrischen Eigenschaften (transistorisiert und tropenfest) durch große Betriebssicherheit auszeichnen und geeignet sind, die Entwicklungszeit für digital arbeitende Anlagen wesentlich abzukürzen. Es stehen bisher folgende Bausteine zur Verfügung: Impulsformer (Erzeugung von Rechteckimpulsen mit steiler Flanke aus einem beliebigen Eingangsimpuls, geeignet zum Ansteuern der Flip-Flop-Schaltung); Flip-Flop (bistabiles Element in logischen Schaltungen, Impulsuntersetzer, Zähler, Speicher); Monostabiler Multivibrator (Erzeugung einer bestimmten Impulsbreite aus einem Nadelimpuls, Verzögerungsglied in logischen Kreisen); Doppelte Emitter-Folgestufe und Emitter-Folgestufe mit Umkehrverstärker (Impedanzwandlung, Leistungsverstärkung, Phasenumkehrstufe); Doppelter Umkehrverstärker (Phasenumkehrstufe); Doppeltes UND-Tor, zwei oder drei Eingänge (Dioden-UND-Tore für logische Schaltungen). Weitere Kombi-Elemente sind in Vorbereitung, beispielsweise Doppeltes ODER-Tor mit zwei oder drei Eingängen, Flip-Flop für Schieberegister, Logik für Schieberegister, Doppelte Emitter-Folgestufe und doppelter Umkehrverstärker für kleine Eingangspegel, Einschreibeverstärker sowie Ausleseverstärker für Ringkernmatrix.

1.7 Analog-Digital-Umwandler

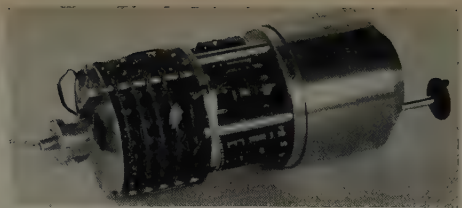
Eng verbunden mit der elektronischen Meßtechnik ist das Problem der Umsetzung eines in analoger Form vorgegebenen Meßwertes in ein digitales Ausgangssignal. Auf der ILMAC war eine Reihe von für derartige Aufgaben geeigneten Geräten zu sehen. So zeigte beispielsweise die *Philips AG*, Zürich, den Analog-Digital-Umwandler „PR 7800 M“. Er setzt die Analoganzeige eines automatischen Kompensators oder die Aus-



gangsspannung eines Vorverstärkers mittels einer Relaischaltung in einen Digitalcode um, so daß es möglich ist, Meßergebnisse zahlenmäßig anzuzeigen, zu erfassen und weiterzuverarbeiten. Zu dem Zweck wird der am Folge-Potentiometer des Meßgerätes abgegriffene Meßwert in einer schrittweise abtastenden Schaltung dekadisch kompensiert. Die insgesamt zur Kompensation notwendigen Schaltschritte werden an Indikatorröhren angezeigt. Der Analog-Digital-Umwandler kann mit 1 bis maximal 4 Dekaden-Einheiten geliefert werden. Der Zyklus für die automatische Abtastung ist zwischen 3 und 20 Sekunden einstellbar und die Geschwindigkeit einschließlich der für die mechanische Registrierung, zum Beispiel Drucker, benötigten Zeit 2 Sekunden. Der Verstärker hat 1 mV Empfindlichkeit an etwa 600 kΩ.

Für viele Anwendungszwecke ist es erwünscht, die Stellung einer Welle in analoger oder digitaler Form abzulesen. Bei digitalen Geräten besteht oft der Nachteil, daß nur Winkel-Inkrementale zu- und abgezählt werden, je nachdem, ob sich die Welle nach links oder rechts dreht. Kommt durch irgendeinen Schaltvorgang ein Fremdpuls hinein, so wird das Resultat verfälscht. Ebenso muß man bei Netzausfall wieder an einen bestimmten Nullpunkt fahren, da das Gedächtnis des Zählers bei dem Ausfall verlorengegangen ist.

Das optische Winkelmeßgerät der Firma *Güttinger*, Niederteufen, liest nicht Winkel-Inkrementale ab, sondern gibt die Stellung der Welle in 6 Dezimalstellen in binär codierter Dezimalzahl an. Es handelt sich dabei um photoelektrische Abtastung von 6 Codescheiben (Bild). Um Unsicherheiten beim Umschalten von einer zur nächsten Zahl zu vermeiden, sind je zwei Sätze von photoelektrischen Abtastungen vorhanden. Die untere Dezimale schreibt je nach Stellung vor, wo die obere Dezimale abgelesen werden muß. Bei den oberen fünf Dezimalen wurde ferner ein spezieller Code angewendet, damit immer nur eine Binärzahl von Dunkel auf Hell und umgekehrt wechselt. Die 4 bit einer Dezimalstelle erscheinen simultan auf 4 Ausgangsleitungen, wobei die Dezimalstellen unter sich zeitlich gestaffelt werden (halbparalleler Informationsfluß). Die Verschlüsselung für die „Einer“-Dezimalstelle erfolgt im „Unit Distance-Code“, die aller



übrigen Dezimalstellen nach dem „Excess-3-Code“. Hinter dem Ablesegerät wird die Information mit einer Multiplex-Schaltung nach den einzelnen Dezimalstellen verzweigt und in einem Magnetkernspeicher gespeichert. Der spezielle „Einer“-Code wird durch eine entsprechende Matrix ebenfalls in den „Excess-3-Code“ umgeformt. Die abzulesende Stellung kann entweder an optischen Sichtgeräten angezeigt oder rechnerisch in einem Digitalrechner weiterverarbeitet und in Tabellenform durch Schnelldrucker oder Schreibmaschine ausgeschrieben werden.

2. Elektronische Messung nichtelektrischer Größen

Die elektronische Messung nichtelektrischer Größen hat sich in den letzten Jahren besonders deshalb eingeführt, weil diese Art der Messung die Trennung der Anzeigegeräte von der eigentlichen Meßstelle erlaubt und es darüber hinaus gestattet, größere Entfernungen zwischen Meßstelle und Anzeigestelle ohne Verlust an Meßgenauigkeit zu überbrücken. Dementsprechend sah man auf der ILMAC sehr viele derartiger Meßanordnungen, von denen einige nachstehend erwähnt werden sollen.

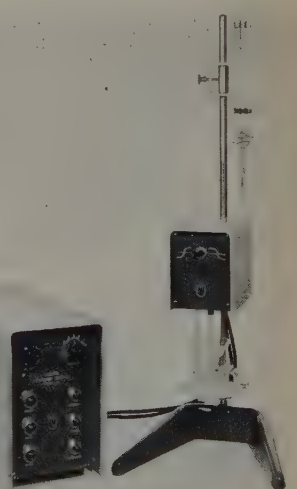
2.1 pH-Messung und Titration

Die allgemeine Tendenz, wissenschaftliche Fabrikationsmethoden auch in der Produktion zu verwenden, hat insbesondere der chemischen Industrie einen großen Aufschwung gebracht. Besondere Bedeutung hat in diesem Zusammenhang die potentiometrische Analyse gewonnen. Zur routinemäßigen Bestimmung von pH-Werten wird neben ausreichender Meßgenauigkeit vor allem eine Ausrüstung verlangt, die sich durch einfache Bedienung und anspruchslöse Behandlung auszeichnet. Als ein Beispiel für viele sei an dieser Stelle das „Junior“-pH-Meter „39B“ der *Polytron AG*, Zürich, erwähnt. Es zeichnet sich durch moderne, raumsparende Konstruktion aus. Das stoßempfindliche Anzeigegerät und die eingebauten Langlebensdauer-Elektronenröhren machen es zu einem robusten Betriebsinstrument, das kaum einer Wartung bedarf. Die Doppelskala (140 mm Skalenlänge) ist in 0,1 pH geteilt und erlaubt Ablesungen im Bereich 0...8 pH und 6...14 pH. Für die Kompensation von Asymmetriepotentialen ist ein besonderer Abgleich vorhanden. Der sehr stabile Zweikanal-Gleichstromverstärker erlaubt den Anschluß höchstempfindlicher Glaselektroden-Meßketten in getrennter oder in Einstabausführung.

Das HF-Titrimeter „HFT 30“ der *Wissenschaftlich Technischen Werkstätten* (J.E. Gerber & Co., Zürich) arbeitet bei einer Frequenz von 30 MHz und dient zu Titrationen in sogenannten „elektrodenlosen“ (kapazitiven) Meßzellen, bei denen die auf der Außenwand des Meßgefäßes angebrachten Kondensatorbeläge die Elektroden darstellen. Meßgut und Elektroden haben somit keinen galvanischen Kontakt, d.h., jede Störung der Titration durch Polarisation oder Elektrodenvergiftungen ist ausgeschlossen. Als Meßzellen sind Becher- und Durchflußzellen geeignet. Der Meßbereich umfaßt je nach Meßzelle 10^{-4} ...1 S in wässrigen oder organischen Medien, die Meßgenauigkeit ist $\pm 0,1\%$ im optimalen Meßbereich.

Für die routinemäßige Durchführung von Titrationen haben automatische Titriergeräte besondere Bedeutung. Der automatische Titrierer „PR 9450“ der *Philips AG*, Zürich, erlaubt die Durchführung aller Titrationen mit genügend großem Potentialsprung. Er besteht aus einem Rührwerk mit Stativ und einem elektronischen Steuerteil, der auf Grund der zweiten Ableitung einer Titrationskurve den Endpunkt einer Titration bestimmt und die Zufuhr der Titrationsflüssigkeit durch Schließen des Ventils beendet. Die Titrier-genauigkeit ist im allgemeinen größer als bei Handtitrationen. Die Durchflußgeschwindigkeit ist 2 bis 12 ml Titrationsflüssigkeit je min, die Ansprechempfindlichkeit 1...2 mV/s. Die Zeitverzögerung ist von 0...10 s einstellbar.

Das automatische Titriergerät Modell „24“ der *Electronic Instruments Ltd.*, Richmond (Sorensen-Ardag, Zürich) besteht im wesentlichen aus dem Steuergerät und zwei gleichen Bürettensystemen, so daß eine Titration vorbereitet werden kann, während die andere ausgeführt wird. Beide Büretten haben elektromagnetisch betätigte Schließhahnen mit den dre-



Arbeitsstellungen „Schnell“, „Langsam“ und „Stop“. Am Kontrollgerät befinden sich neben allen weiteren Bedienungsknöpfen die Wählscheibe für den Endpunkt sowie ein Umschalter, der die Ausflußgeschwindigkeit der Büretten je nach Wahl 0...300 mV vor dem Endpunkt von „Schnell“ auf „Langsam“ reduziert.

Ein Gerät zur automatischen Durchführung potentiometrischer Titrationen und Dead-Stop-Titrationen ist der Titrierautomat „E 326“ der *Metrohm AG*, Herisau. Er führt Titrationen nach dem Prinzip der Konstantstrommethode automatisch aus und titriert ohne Überwachung auf den vorgewählten Titrationsendpunkt. Das Erreichen dieses Wertes wird angezeigt. Mit Hilfe des „E 326“ ist es möglich, im Laboratorium anfallende Regelprobleme zu lösen. Bei Abweichung vom Sollwert werden Impulse an das Dosierorgan abgegeben, um den pH-Wert oder das Potential konstantzuhalten. Der Titratorstand enthält zwei Titrationsstellen. Mit Hilfe von drei Einstellreglern läßt sich für jede Titrationsaufgabe die bestmögliche Einstellung für schnelle und zugleich genaue Titration finden. Daneben ist der „E 326“ zugleich ein normales pH- und Millivolt-Meßgerät für die Meßbereiche 0...14 pH im Temperaturbereich 0...100°C sowie ± 1400 mV. Die Meßgenauigkeit ist 0,05 pH oder 5 mV.

Ein Universalgerät zur selbsttätigen Aufzeichnung vollständiger Titrationskurven ist der Potentiograph „E 336“ der *Metrohm AG*, Herisau. Er führt beliebige potentiometrische Titrationskurven selbsttätig durch und schreibt den Verlauf der gesamten Titrationskurve auf. Der Titrationsendpunkt muß nicht im voraus bekannt sein, er wird vielmehr aus dem Kurvenverlauf ermittelt. Die Titrationskurven können deshalb ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit von ungernehtem Personal durchgeführt werden. Die stets kontinuierliche Zugabe des Reagenz gewährleistet eine Gleichmäßigkeit der Titration, wie sie beim manuellen Arbeiten niemals zu erreichen ist. Hierdurch ist es möglich, auch extrem flache Potentialsprünge sicher zu erfassen. Der Kompensationsstreifen hat bei 250 mm Schreibbreite eine Einstellgeschwindigkeit von 250 mm/s, Einstellgenauigkeit etwa $\pm 0,2\%$. Die Meßbereiche für Vollausschlag des Schreibers sind 250, 500, 750, 1000, 1500 und 2000 mV oder 5, 10 und 14 pH. Die Dosierung erfolgt mittels Kolbenbürette; Kolbenvorschub und Papiertransport sind zwangsläufig gekuppelt.

Ein von *Siemens & Halske* entwickelter pH-Messer ist vor allem als empfindliches Betriebsgerät zu verwenden und läßt sich auch unter ungünstigen Verhältnissen in Werkstätten und Fertigungsräumen einsetzen. Die pH-Elektrodenketten werden unmittelbar an den pH-Messer angeschlossen. Der Verstärker ist ein gegengekoppelter Zerkhackerverstärker, und zum Anzeigen, Aufzeichnen oder Regeln lassen sich Anzeiger, Punktschreiber, Linienschreiber, Kompensationsgeräte und Regler unmittelbar anschließen. Der Quellenwiderstand ist $< 5 \cdot 10^8 \Omega$, der Eingangswiderstand $> 10^{11} \Omega$, die Einstellzeit max. 2 Sekunden.

Ebenfalls ein Betriebsmeßgerät ist der pH-Messer „28 A“ der *Electronic Instruments Ltd.*, Richmond (Sorensen-Ardag, Zürich). Für die direkte Verbindung mit einem pneumatischen Regelsystem steht ein elektropneumatischer Konverter zur Verfügung. Eine Besonderheit ist die Temperaturkompensation, die nicht nur die pH/mV-Beziehung ausgleicht, sondern auch die Nullpunktwanderung der EMK der Elektroden bei Temperaturänderungen kompensiert. Die Nullpunktstabilität ist etwa 0,02 pH über 24 Stunden. Das eingebaute Instrument hat eine Genauigkeit von etwa 1% oder 0,1 pH. Bei Verwendung geeigneter äußerer Anzeigeinstrumente oder Schreiber läßt sie sich auf 0,02 pH verbessern.

2.2 Temperaturmessung

Neben Widerstandsthermometern und Thermoelementen findet man heute mehr und mehr Temperaturmeßeinrichtungen, die sich temperaturempfindlicher Halbleiter als Meßelement bedienen. Ein solches Instrument ist beispielsweise das elektronische Thermometer „LT 100“ der Firma *Wayne Kerr*, Chessington (W. F. Roschi, Bern), das einen Temperaturfühler auf der Basis von Metalloxyd in einer Gleichstrom-Meßbrücke verwendet. Der Temperaturfühler hat kleine Wärmekapazität und zeigt deshalb ohne Verzögerung an. Die Strombelastung ist so klein, daß Meßfehler infolge Selbstaufheizung des Temperaturfühlers vernachlässigbar sind. Die Genauigkeit der Temperaturanzeige ist $\pm 1^\circ\text{C}$ in den beiden Meßbereichen 0...50°C und 50...100°C. Es stehen Temperaturfühler für Messungen in Flüssigkeiten oder Gasen sowie auch für Kontakt-Temperaturmessungen zur Verfügung.

Ein elektronisches Widerstandsthermometer für Temperaturmessungen im Bereich $-200...+500^\circ\text{C}$ zeigt die *Fielden Electronics Ltd.* (H. Huber & Co. AG, Basel), das nach dem Prinzip des selbstabgleichenden Kompensators arbeitet. Um die Wartung zu erleichtern, ist der mit handelsüblichen Röhren bestückte Verstärker über Steckverbindungen leicht auswechselbar.

Als runde Einbauminstrumente sind die transistorisierten Temperaturkontrollgeräte „TCB 7“ und „TCB 8“ von *Fielden Electronics Ltd.* (H. Huber & Co. AG, Basel), ausgebildet. Sie sind luftdicht abgeschlossen, und die Skala enthält eine Signallampe, die aufleuchtet, sobald die eingestellte Temperatur den gewünschten Wert erreicht hat. Der temperaturempfindliche Widerstand hat hohe Einstellgeschwindigkeit, und die Brückenschaltung ist so ausgelegt, daß Anschlußleitungen bis zu etwa 100 m zulässig sind, ohne daß ein nennenswerter Fehler auftritt. Die Eichgenauigkeit ist $\pm 0,5\%$ und die Schaltdifferenz etwa $0,5^\circ\text{C}$. Für Anwendungen in pneumatischen Systemen kann das Gerät mit einem elektropneumatischen Relais zusammenarbeiten.

Mit digitaler Temperaturanzeige arbeitet der „BH 183“ der *Bryans Aeroequipment Ltd.*, Mitcham (Aircraft Parts AG, Zürich). Dieses transistorisierte Gerät in Form eines runden Schalttafelinstruments arbeitet nach dem Prinzip der selbstabgleichenden Kompensatoren und enthält einen eingebauten Analog-Digital-Umwandler. Bei normalen Umgebungstemperaturen erreicht es eine Genauigkeit von $\pm 1^\circ\text{C}$ im Bereich 500...1000°C und von $\pm 2^\circ\text{C}$ oberhalb und unterhalb dieses Bereichs. Bei extremen Umgebungstemperaturen zwischen -55°C und $+71^\circ\text{C}$

liegt der maximale Fehler bei nur $\pm 3^\circ$ (0,25% des Meßbereichs). Die Temperatur wird außer an der Digitalanzeige auch an einem Zeigerinstrument angezeigt. Der „BH 183“ folgt Temperaturänderungen mit einer Geschwindigkeit von 150°C/s .

2.3 Vakuummessung

Ein robustes Betriebsinstrument für Vakuummessungen im Bereich $20...10^{-3}$ Torr ist das Thermistor-Vakuummeter „VM-T“ von *Heraeus*. Hier wird die Druckabhängigkeit der Wärmeleitung von Gasen dazu verwendet, die Temperatur und damit den Widerstand eines Thermistors zu verändern, der in einer mit stabilisierter Gleichspannung gespeisten Brückenschaltung liegt. Die Änderung des Brückenstroms wird auf dem in Torr geeichten Drehspulinstrument angezeigt.

Das Kaltkathoden-Ionisations-Vakuummeter „VM-P“ von *Heraeus* arbeitet nach dem von Penning angegebenen Prinzip. Danach kann zwischen zwei Elektroden auch im Hochvakuum eine selbständige Entladung brennen, wenn man mit Hilfe eines Magnetfeldes dafür sorgt, daß die Elektronenwege verlängert und dadurch die Stoß- und Ionisierungswahrscheinlichkeit wesentlich erhöht wird. Der zwischen den beiden Elektroden fließende Entladungsstrom ist abhängig von der Teilchendichte und damit vom Druck. Diese Vakuummeter zeichnen sich durch Robustheit und einfache Handhabung aus. Das Fehlen einer Glühkathode macht sie unempfindlich gegen Lufterbrüche. Sie haben allerdings den Nachteil, daß die Elektrodenplatten mit der Zeit verschmutzen, wodurch die Meßgenauigkeit herabgesetzt wird. Bei sehr hohen Genauigkeitsansprüchen ist daher ein Ionisations-Vakuummeter vorzuziehen.

Neben dem Ionisations-Vakuummeter „VM-I“ für den Meßbereich $10^{-3}...10^{-7}$ Torr hat *Heraeus* für Messungen im Höchstvakuum das Ultrahoch-Vakuummeter „VM-U“ entwickelt, dessen Meßbereich von $10^{-3}...10^{-10}$ Torr reicht. Als Meßröhre dient eine Ionisations-Vakuummeter-Röhre nach Alpert. Sie ist eine Triode mit inversem Aufbau, d.h., in der Achse ist ein feiner Draht als Ionen-Kollektor angebracht und konzentrisch dazu ein wendelförmiges Gitter als Elektronenauffänger. Außerhalb dieses Gitters befinden sich zwei Heizfäden. Die besondere Konstruktion der Röhre setzt die bei normalen Trioden auftretende weiche Röntgenstrahlung weitgehend herab, so daß Druckmessungen bis zu 10^{-10} Torr möglich sind.

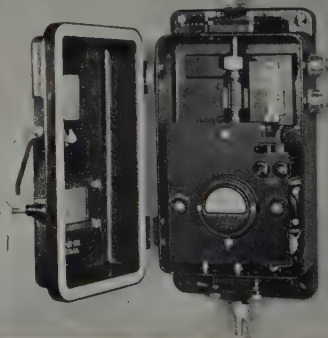
Das Membran-Mikro-Manometer „MMM“ der *Atlas-Werke*, Bremen, verwendet als druckempfindliches Meßorgan eine dünne Metallmembran, die eine Druckdose in zwei gegen den Außendruck abgeschlossene Kammern aufteilt. Die Membran bildet zusammen mit einer fest und isoliert in der „Meßkammer“ angeordneten Kondensatorplatte die Meßkapazität, die einen Zweig einer kapazitiven Wechselstrombrücke darstellt. Die Brücke wird so abgeklungen, daß sie bei der Druckdifferenz Null im Gleichgewicht ist. Jede Auslenkung der Membran aus ihrer Nulllage, d.h. die Änderung der Meßkapazität, führt dann zu einer Verstimmung der Meßbrücke, die elektrisch angezeigt wird. Zur Messung der Druckdifferenz wird die Membran in ihre Ruhelage zurückgeführt. Dies wird dadurch erreicht, daß man zwischen Membran und Kondensatorplatte eine Gleichspannung legt. Die Höhe dieser Spannung wird so eingestellt, daß die Kräfte des elektrischen Feldes die auslenkenden mechanischen Kräfte aufheben. Die Unabhängigkeit der Messung von Gasart und Membran ergibt die hohe Meßgenauigkeit von 0,2% bei 10^{-1} Torr und von 1,5% bei 10^{-3} Torr. Druckdifferenzen sind zwischen $1 \cdot 10^{-4}$ und $2 \cdot 10^{-1}$ Torr meßbar, die kleinste noch nachweisbare Druckdifferenz liegt bei $2 \cdot 10^{-5}$ Torr.

2.4 Gaschromatographie und Gasanalyse

Um Gasanalysen mit der in verfahrenstechnischen Betrieben gewünschten Genauigkeit und Schnelligkeit durchführen zu können, sind in den letzten Jahren Gaschromatographen entwickelt worden, die diesen speziellen Anforderungen genügen. Der von *Siemens & Halske* entwickelte Gaschromatograph ist auch für die qualitative und quantitative Analyse kompliziert zusammengesetzter Gasgemische geeignet. Mit ihm lassen sich nahezu alle gasförmigen Stoffe analysieren. Das Chromatogramm wird durch den elektrischen Kompensationslinienschreiber „Kompensograph“ aufgezeichnet.

Der Argon-Chromatograph von *Pye Ltd.* (Bachofen & Co., Zürich) verwendet einen Ionisationsdetektor, der weitgehend unabhängig von Temperatur, Druck und Durchflußgeschwindigkeit ist und sich durch besonders hohe Empfindlichkeit auszeichnet. Dadurch ist es möglich, mit sehr kleinen Probemengen zu arbeiten, so daß eine Überlastung der Kolonne sicher vermieden und eine hohe Säulenleistung erreicht wird. Weitere Vorteile sind die schnellere Durchlaufzeit und damit schnellere Analyse sowie die wesentlich niedrigere Säulentemperatur gegenüber Geräten mit Katharometern.

Wärmeleitfähigkeitsmesser sind seit etwa 40 Jahren wegen ihrer einfachen Meßmethode die am meisten eingesetzten gasanalytischen Meßgeräte für industrielle Aufgaben geblieben. Zusätzlich zu den bisherigen Wärmeleitfähigkeitsmessern mit beströmter Vergleichskammer (Vergleichsgas meist Luft oder in Gasflaschen erhältliches Gas) hat *Siemens & Halske* nun auch Wärmeleitfähigkeitsmesser mit abgeschlossener Vergleichskammer entwickelt, in der das Vergleichsgas oder die Vergleichsgasmischung hermetisch eingeschlossen ist. Man kann daher mit beliebigen Vergleichsgasgemischen arbeiten und das



Verfahren an fast alle Aufgaben anpassen. Die benutzte Kammer ist ein Vierkammer-System, zwei Kammern davon werden über einen gemeinsamen Hauptgaskanal vom Meßgas bestrahlt, während die beiden anderen Kammern die abgeschlossenen Vergleichskammern sind. Alle vier enthalten je einen axial angeordneten Platin-Hitzdraht, der zum Schutz gegen etwaige katalytische Effekte glasiert ist. Zur Kontrolle der konstanten Beheizung der Heizdrähte dient ein eingebauter Strommesser mit Spannbandsmeßwerk und spiegelunterlegter Skala. Zur Kontrolle der Bestrahlung der Meßkammer ist ein abgekürzter Schwimmermesser eingebaut, der den Gasdurchfluß (0,1...0,3 l/min) anzeigt.

2.5 Feinstrukturuntersuchungen, Elektronenmikroskop

Die technische Entwicklung auf dem Gebiet der Fluoreszenzanalyse mit Röntgenstrahlen hat in den letzten Jahren Geräte entstehen lassen, mit denen Reihenuntersuchungen von flüssigen, festen und pulverförmigen Substanzen in kürzester Zeit durchführbar sind. Mit einer vollständigen Analyseeinrichtung von Siemens & Halske lassen sich Elemente ab Ordnungszahl 12 quantitativ mit der für die Praxis gewünschten Genauigkeit bestimmen. Kleinste Mengen von einigen 10^{-6} g und kleinste Bereiche von etwa 0,01 mm² lassen sich noch analysieren. Wegen der technisch einfachen Meßmethode, der Reproduzierbarkeit der Analyse und der Registrierung des Ergebnisses ist die Röntgen-Fluoreszenzanalyse besonders geeignet, Rationalisierungsaufgaben in den Betrieben zu unterstützen. So läßt sich beispielsweise ein Begleitelement von Stahl unter gewissen Umständen innerhalb von 30 Sekunden bestimmen.

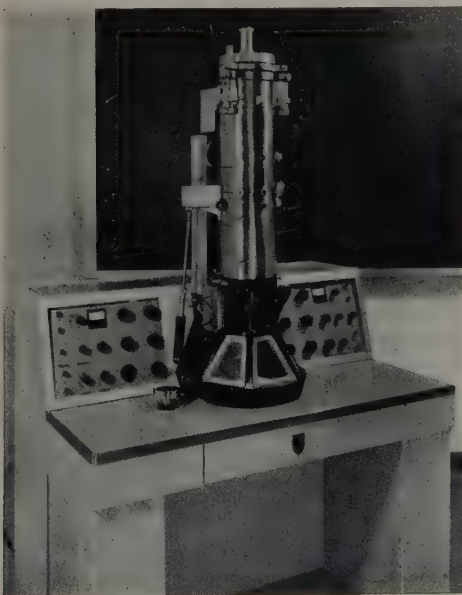
Der Röntgen-Feinstrukturapparat „Kristalloflex IV“ arbeitet mit kontinuierlich einstellbarer konstanter Gleichspannung (max. 60 kV) und hoher Dosiskonstanz (besser als 0,3%). Auf seiner großen Tischfläche haben beispielsweise zwei Goniometer Platz. Der Anbau einer Flach-, Zylinder- oder Stereo-Mikrokammer ist möglich.

Der Röntgen-Feinstrukturapparat „Kristalloflex II“, ein Halbwellen-Apparat, ist vornehmlich für Beugungsaufnahmen mit der Zylinder-, Flach- und Stereo-Mikrokammer geeignet, wobei gleichzeitig vier Kammern am Apparat betrieben werden können. Dieser Apparat läßt sich nach dem Baukastensystem stufenweise für die verschiedenartigsten Grob- und Feinstrukturuntersuchungen ergänzen.

Mit dem Interferenz-Goniometer lassen sich röntgenographisch Feinstrukturuntersuchungen ausführen, beispielsweise Einkristall-Untersuchungen, Texturbestimmungen und Fluoreszenzanalysen. In allen Fällen wird die Intensitätsverteilung der am Präparat gebeugten Röntgenstrahlen mit einem Zählrohr abgetastet, im Strahlungsmeßgerät erfaßt und mit einem Schreiber in Abhängigkeit vom Beugungswinkel 2 θ aufgezeichnet (Tintenschreiber mit 120 mm oder elektronischer Kompensationsschreiber mit 240 mm Schreibbreite). Gegenüber dem Filmverfahren bringt das Zählrohr-Goniometerverfahren einen beachtenswerten Zeitgewinn, wenn man auf das gesamte Beugungsbild verzichtet und sich auf die Bestimmung einzelner Linien beschränkt. Mit dem Schrittschaltwerk wird das Zählrohr in kleinen Schritten mit extrem kleiner Geschwindigkeit um das Präparat bewegt, so daß auch noch kleinste Intensitäten erfaßt werden können. Für Einkristall-Untersuchungen wurde ein Schichtlinienzusatz und zum Bestimmen der Fasertexturen von Kunststoffen ein neuer Präparateträger für Durchstrahltechnik entwickelt. Bei der Fluoreszenzanalyse wird die Probe zur Eigenstrahlung angeregt und dieses charakteristische Röntgenlicht in einem Spektrometer-Strahlengang analysiert. Die erreichbare Genauigkeit liegt in der gleichen Größenordnung wie bei chemischen Trennungungsverfahren, der Zeitaufwand ist aber bedeutend geringer, und die Ergebnisse sind rasch reproduzierbar. Mit dem Textur-Goniometer wird an Proben von Walzblechen und Drähten der Ordnungszustand des Kristallgefüges, die Textur, bestimmt, indem man die Lagen und deren Häufigkeit aller Netzebenen registriert.

Nach mehrjähriger Entwicklungsarbeit bringt die Philips AG, Zürich, jetzt ein neues Elektronenmikroskop auf den Markt, das höchste Auflösung und leichte Bedienbarkeit in sich vereinigt. Die sehr vereinfachte Bedienung und Überwachungseinrichtung ermöglicht es, sich vermehrt auf die Bildbeobachtung zu konzentrieren.

Das Auflösungsvermögen ist garantiert besser als 10 Å. Die direkte Vergrößerung umfaßt den Bereich 750 - ... 200 000 fach. Die Aufnahmen können auf Film und auf Platten erfolgen, ebenso sind Stereoaufnahmen möglich sowie nach Umschaltung auf Elektronenbeugung auch Transmissions- und Reflexions-Beugungsaufnahmen. Eine Doppelkondensorlinse erlaubt es, den Elektronenstrahl auf dem Präparat auf einen Durchmesser von 1...2 μ zu konzentrieren. Eine Besonderheit ist der elektrisch betätigte Stigmator, der eine Astigmatismuskorrektur in weniger als einer Minute ermöglicht.



2.6 Füllstand- und Niveauekontrolle

Für die Füllstand- und Niveauekontrolle sind im Laufe der letzten Jahre zahlreiche elektronische Einrichtungen entwickelt worden, die vielfach darüber hinaus auch geeignet sind, eine automatische Steuerung oder Regelung zu betätigen. Nach dem kapazitiven Meßprinzip arbeitet der elektronische Füllstandanzeiger „Silometer“ von G.H. Endress & Co. Eine vertikal im Behälter eingebaute Meßsonde wird je nach Behälterstand mit Füllgut umgeben. Die sich dadurch ergebenden Kapazitätsänderungen sind proportional der Umhüllung der Meßsonde. Da die Kapazitätsänderungen relativ klein sind, muß mit hohen Meßfrequenzen gearbeitet werden. Zu diesem Zweck erzeugt ein HF-Oszillator die zur Speisung der Meßbrücke benötigte Spannung, in deren einem Zweig die Meßsonde liegt. Bei leerem Behälter wird die Diagonalspannung der Brücke auf Null eingeregelt, und bei wachsendem Füllstand im Behälter steigt die Kapazität proportional zur Umhüllung der Meßsonde. Die infolge der dadurch bedingten Brückenverstimmlung auftretende Diagonalspannung wird in einem nachgeschalteten Verstärker mit Gleichrichter auf einen solchen Wert gebracht, daß damit ein Anzeigeelement angesteuert werden kann. Das „Silometer“ ist für fast alle Flüssigkeiten, staubförmigen und feinkörnigen Schüttgüter sowie für stückige Schüttgüter geeignet. Die Ausführung „SM 3/ex“ ist explosionsgeschützt.

Kapazitive Grenzschnalter werden zur Abtastung bestimmter Füllhöhen sowie zur Abtastung von Grenzständen eingesetzt. Der „Nivopilot“ von Endress & Hauser steht zwischen den einfachen mechanischen Kontaktschnaltern und den universell verwendbaren elektronischen Grenzschnaltern. Dieses Gerät spricht an, sobald das Füllgut mit der isolierten Stabelektrode in Berührung kommt.

Für die Niveauekontrolle haben sich auch Strahlungsmeßverfahren seit Jahren bewährt. Die „Liquid Level Gauge 885“ von Isotope Developments Ltd. (OmniRay AG, Zürich) dient zur Kontrolle und Steuerung des Niveaus von Flüssigkeiten oder Schüttgütern. Sie ist speziell für solche Anlagen geeignet, die unter hoher Temperatur oder unter hohem Druck stehen oder bei denen wegen dicker Ummantelungen (Ofenausfütterung usw.) eine Messung im Inneren erschwert ist. Die erreichbare Genauigkeit hängt von den äußeren Umständen ab. Bei einem Glasofen mit etwa 600 mm innerem Durchmesser und einer beidseitigen Isolation von 250 mm ist eine Kontrollmöglichkeit auf ± 10 mm Niveaueänderung gegeben.

Das Niveau-Kontrollgerät „Gamma-Switch“ derselben Firma dient ebenfalls zur Niveauekontrolle von Flüssigkeiten und Schüttgütern sowie zur Kontrolle der Dichte von Flüssigkeiten, des Füllzustandes von Rohrleitungen sowie zur Zählung von Stückfolgen. Es besteht in bekannter Art aus einem radioaktiven Strahler und dem auf der anderen Seite des zu kontrollierenden Gutes angebrachten Detektor. Die Intensität der aufgenommenen Strahlung ist dabei eine Funktion der Absorption im Behälter.

2.7 Ferntachometer

Die Betriebsrationalisierung und Produktionsüberwachung macht oft den Einsatz von Tachometern zur Messung von Drehzahlen oder anderen daraus ableitbaren Meßgrößen erforderlich. Bei Verwendung elektrischer Ferntachometer können vielfach die komplizierten mechanischen Antriebe entfallen oder vereinfacht werden, und es ist die Übertragung von Meßwerten über größere Entfernungen möglich. Bei dem Ferntachometer der Jaquet AG, Basel, induziert ein auf der Maschinenwelle angebrachtes Polrad in einem starr montierten elektromagnetischen Geber eine Wechselspannung, deren Frequenz proportional der zu messenden Drehzahl ist. In einem nachgeschalteten Wandler wird diese Wechselspannung dann in einen frequenzproportionalen Strom umgewandelt, der an einem Meßinstrument zur Anzeige gelangt. Die Wahl des Polrades richtet sich einerseits nach der geforderten höchsten Drehzahl, zum anderen nach dem zur Verfügung stehenden Raum an der Maschine. Im allgemeinen können die Polräder auf die Maschinenwelle aufgeschraubt oder am Wellenende angeschraubt werden. Die Elemente der elektromagnetischen Geber sind in einem rostfreien Stahlmantel untergebracht und in Kunstharz eingegossen. Sie sind daher gegen atmosphärische Einwirkungen unempfindlich und lassen sich im Temperaturbereich - 50...100°C verwenden. Durch besondere Schaltungsmaßnahmen im transistorisierten Wandler wird erreicht, daß am Ausgang je Periode der Geberspannung ein einheitlicher Impuls konstanter Voltsekundenfläche entsteht. Das nachgeschaltete Anzeigeelement bildet den arithmetischen Mittelwert dieser Impulsfolge und zeigt demnach einen der Geberfrequenz proportionalen Strom an.

Wichtig für unsere Postabonnenten!

Falls Sie ein Heft unserer Zeitschrift einmal nicht erhalten sollten, wenden Sie sich bitte sofort an die Zeitungsstelle Ihres Zustellpostamtes. Sie wird nicht nur für Nachlieferung des ausgebliebenen Exemplares, sondern auch dafür sorgen, daß Ihnen jede Ausgabe künftig pünktlich und in einwandfreiem Zustand zugestellt wird. Unterrichten Sie bitte auch uns über eventuelle Mängel in der Zustellung, damit wir von hier aus ebenfalls das Nötige veranlassen können.

ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU
Vertriebsabteilung

Nodistron

Hand in Hand mit der zunehmenden Einführung der digitalen Meßtechnik und Meßwertverarbeitung gewinnen Anzeigegeräte an Interesse, die das Meßergebnis direkt in Ziffernform anzeigen. Hierfür haben sich unter anderem die nach dem Prinzip der Glimmentladung arbeitenden Anzeigeröhren besonders bewährt. *Standard Telephones and Cables Ltd.* liefert für diesen Zweck unter der Bezeichnung „Nodistron“ eine gasgefüllte Kaltkathodenröhre für die Anzeige der Ziffern 0...9, die sowohl für Betrieb mit



Gleichstrom und gleichgerichtetem, ungesiebttem Wechselstrom als auch mit Wechselstrom geeignet ist. Für viele Anwendungszwecke ist die Möglichkeit des direkten Betriebes mit Wechselstrom besonders interessant, zumal sich auch bei dieser Betriebsart eine gute Bedeckung der Katode mit Glimmlicht ergibt. Die angezeigten Zahlen lassen sich noch aus etwa 12 m Entfernung ablesen. Bei dieser Entfernung ist der Blickwinkel 45°; er erweitert sich auf 80° für 3 m Entfernung und weniger. Gesamtlänge der Röhre über alles: max. 60,5 mm; größter Durchmesser: 43,7 mm; Gewicht: 60 g.

ELRU-Information 44

Konstanzmeßbrücke „Rel 3 R 119“

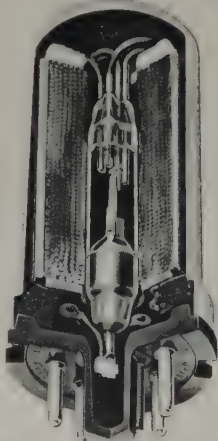
Mit dieser Meßbrücke der *Siemens & Halske AG* läßt sich durch Vergleich mit einem außen anzuschließenden Normal die Scheinwiderstandskonstanz von Spulen und Kondensatoren in Abhängigkeit von Temperatur, Feuchtigkeit, Zeit usw. ermitteln. Die Meßunsicherheit über den Frequenzbereich 0,8...100 kHz ist innerhalb des meßbaren Scheinwiderstandsbereiches (50...5000 Ω) etwa 10^{-5} . Der Absolutwert der Induktivität oder der Kapazität läßt sich nicht direkt ablesen, sondern muß erst durch eine allerdings sehr einfache Rechnung ermittelt werden. Im allgemeinen aber interessiert nicht dieser Absolutwert, sondern lediglich dessen zeitliche Änderung. Das Meßergebnis wird durch die Schirmkapazitäten der Zuleitungen sowie durch die Erdkapazitäten des Normals und Meßobjektes nicht beeinflußt.

ELRU-Information 45

Relais „HG-1000“ und „HGS-1000“ mit quecksilbergetränkten Schaltkontakten

Diese Relais der *C. P. Clare & Co.* (Deutsche Vertretung: *Souriau Electric*) zeichnen sich als Besonderheit durch die quecksilbergetränkten Schaltkontakte aus. Im Inneren der Magnetspule liegt eine Glasampulle, in die die festen und beweglichen Kontakte eingeschmolzen sind. Infolge Kapillarkwirkung steigt das im unteren Teil der Schaltampulle lagernde Quecksilber nach oben und überzieht so die Platinkontakte ständig mit einem dünnen Quecksilberfilm. Dadurch erreicht man eine Erneuerung der Kontaktoberfläche bei jeder Schaltung und eine sehr große Lebensdauer. Es ist zu erwarten, daß mehrere Milliarden Schaltungen möglich sind. Die Standardausführung „HG-1000“ ist für Schaltfrequenzen bis 100 Hz, die Sonderreihe „HGS-1000“ für Schaltfrequenzen bis 200 Hz geeignet. Das auch in polarisierter Ausführung lieferbare Relais kann mit Umschalter für eine oder zwei Ruhelagen ausgelegt werden. Da das Relais völlig prellfrei arbeitet, ist es auch für Zerkhackerschaltungen gut geeignet. Schädliche Einflüsse der umgebenden Atmosphäre können sich nicht bemerkbar machen, da die Kontakte hermetisch gekapselt sind.

ELRU-Information 46



Magnetischer Endschalter „Cypak“

Wegen des Wegfalls mechanischer Beanspruchungen und der röhrenlosen Schaltung ist die Lebensdauer dieses Endschalters unabhängig von der Anzahl der Betätigungen. Er arbeitet zuverlässig auch dort, wo andere Schalter wegen Ölnebel, Eisenfeilspänen, Sand, Staub und Schmutz versagen müssen. Sein Aufbau ist korrosions- und rüttelfest. Es sind max. 20 Betätigungen je Sekunde möglich, und der Schalter spricht an, sobald sich ein Gegenstand aus magnetischem Material der Fühlscheibe auf einen einstellbaren Abstand zwischen 3 und 13 mm nähert. Er eignet sich also für Fördereinrichtungen, Werkzeugmaschinen, automatisierte Fertigungsstrecken usw. Mit einer Verzögerung von max. 25 ms erscheint bei jeder Betätigung ein Ausgangssignal (24 V, 335 mA bei induktiver Last, z.B. Relais). Beachtlich sind die Ansprechempfindlichkeiten: Bei 3 mm Abstand genügt eine Bewegung von 0,4 mm, bei 13 mm Abstand von 2 mm, um den Schalter ansprechen zu lassen. Temperaturbereich: -10°C bis $+55^{\circ}\text{C}$ (*Westinghouse Electric Corp.*).

ELRU-Information 47

Transistorisierter Spannungsvergleicher

Dieses Gerät — „200 Series Comparator“ — ist eine steckbare Einheit für Prüf-, Überwachungs- und Steuerzwecke. Es vergleicht zwei Spannungen und erregt ein Relais, sobald die beiden Eingangsspannungen voneinander abweichen, und ist besonders geeignet, augenblicklich das Verhalten eines Systems anzuzeigen. Es wird von *Trio Labs Inc.* hergestellt und in militärischen Anlagen, bei Bordgeräten, Datenverarbeitung usw. verwendet. Das Gewicht des mit einer Staubkappe versehenen Geräts ($65 \times 21 \times 105$ mm) ist 340 g. Die Eingangsempfindlichkeit ist 5 mV Wechsel- oder 10 mV Gleichspannung, Eingangswiderstand $\geq 2 \text{ M}\Omega$, Ausgangsspannung des Relais 28 V, Schaltstrom 2 A, Ansprechzeit 5...15 ms, Überlastung 1000fach, Temperaturbereich für Betrieb -55°C ... $+55^{\circ}\text{C}$, für Lagerung -55°C ... $+85^{\circ}\text{C}$, Betriebsspannungen 115 V und andere bei 60 oder 400 Hz. Ist die Eingangsgröße eine Gleichspannung, so wird sie im Gerät zerhackt und gelangt an eine zweistufige Emitterfolgererschaltung. Dieser Impedanzwandler steuert den dreistufigen Verstärker, dessen Ausgang einer phasenempfindlichen Diodenbrücke zugeführt wird. Ein angeschlossener Mitkopplungsverstärker steuert mit dieser Gleichspannung das Ausgangsrelais.

ELRU-Information 48

Industrielles Schalttafel-pH-Meßgerät „PR 9402“

Für den industriellen Einsatz, zum Beispiel bei Vielstellenmessungen, ist dieses *Philips*-pH-Schalttafel-Meßgerät der *Elektro Spezial GmbH* bestimmt. Es zeichnet sich außer durch einfache Bedienung vor allem durch seine robuste Konstruktion aus. Der Meßbereich ist normalerweise 2...12 pH, läßt sich aber durch Umeichung auch auf 0...10 pH oder 4...14 pH ändern. Das mit automatischer Temperaturkompensation ausgestattete Gerät hat $> 10^{13} \Omega$ Eingangsimpedanz.

ELRU-Information 49

Neues elektronisches Stethoskop

Das neue elektronische Stethoskop von *Pye* besteht aus einem um den Hals zu hängenden Verstärker mit Batteriespeisung (Gewicht 520 g) und zwei Bedienungsknöpfen. Einer der Knöpfe dient zur Verstärkungseinstellung, der andere zur Abstimmung auf höhere oder tiefere Töne, so daß der Arzt selektiv entweder auf Herztöne oder auf Atemgeräusche usw. einstellen kann. Eine zweite Ausgangsbuchse gestattet Mithören durch einen zweiten Arzt oder ein Auditorium. Unerwünschte Nebengeräusche werden außer durch obige Einstellmöglichkeiten auch durch das Kristallmikrofon mit einer besonders schweren Metallmembran ferngehalten, die nur solche Töne weiterleitet, mit deren Erregerquelle sie in unmittelbarem Kontakt steht. Einige 10 cm vom Mund entfernt nimmt das Mikrofon Sprache nicht mehr auf, obwohl natürlich auch Sprache übertragen wird, wenn das Mikrofon dicht am Hals oder Kiefer anliegt. Diese Selektivität und einstellbare Empfindlichkeit ermöglicht das Abhören z.B. der Herztöne ungeborener Kinder, und Versuche haben zu der Schätzung geführt, daß das Gerät etwa 10000 Totgeburten je Jahr vermeidbar machen wird. Ebenso kann der Arzt z.B. Brusttöne eines Patienten in der eisernen Lunge abhören, ohne die Geräusche der eisernen Lunge selbst mithören zu müssen. Besonders wird die Diagnose durch die Möglichkeit erleichtert, für das menschliche Ohr nicht wahrnehmbare Geräusche zu verstärken und durch Abstimmen aus anderen Geräuschen „herauszusieben“. Das Gerät hat den Namen „Soniscope“ erhalten.

ELRU-Information 50

Verbesserte Silizium-Flächendioden und -Zenerdioden

Wie *Intermetall* mitteilt, konnte die maximal zulässige Verlustleistung für mehrere Silizium-Halbleiter-Bauelemente erhöht werden. So sind jetzt für die Silizium-Dioden S 32...S 36 bei 45°C Umgebungstemperatur max. 250 mW zugelassen (Wärmeleitwert $1/\mu \geq 2,38 \text{ mW}/^{\circ}\text{C}$). Für die normale Ausführung der Typen Z 5...Z 10 sind bei 45°C ebenfalls 250 mW zulässig (Wärmeleitwert $\geq 2,38 \text{ mW}/^{\circ}\text{C}$); für die Ausführung „K“ ist die zulässige Verlustleistung nunmehr 350 mW (Wärmeleitwert $\geq 3,33 \text{ mW}/^{\circ}\text{C}$).

ELRU-Information 51

5. Tonmeistertagung

In der *Nordwestdeutschen Musik-Akademie* in Detmold findet vom 18. bis 21. 10. 1960 die 5. Tonmeistertagung statt. Die Referate sollen um zwei Schwerpunkte gruppiert werden. Die erste Gruppe enthält Themen aus dem Bereich der Geistes- und Musikwissenschaft, der musikalischen Interpretation sowie der physiologischen Akustik und Tonpsychologie. In der zweiten Gruppe sind die physikalischen und technischen Themen (Mikrofone, Lautsprecher, Aufzeichnung, Aussteuerungskontrolle, Studio-technik, Raumakustik u. a.) zusammengefaßt. Insbesondere sind Referate über die Wechselbeziehungen zwischen den musikalischen und technischen Bereichen erwünscht.

Als technisches Hauptthema soll die Stereophonie im Mittelpunkt der Erörterungen stehen, nachdem das Problem der stereophonischen Schallplattenaufnahme nunmehr gelöst worden ist und vielerlei Erfahrungen über die Durchführung stereophonischer Aufnahmen vorliegen. Neben den Referaten wird bei dieser Tagung auf Vorführung von Aufnahmen aller Art besonderer Wert gelegt, wobei auch die elektronischen Verfahren zur Klangtransformation (Stilisierung von Klängen und Geräuschen als Hörspiel- oder Filmbegleitung oder als akustische Kulisse im Theater) einbezogen werden sollen.

Anmeldungen für Referate werden möglichst bald (spätestens jedoch bis Ende Juni 1960) erbeten an: Prof. Dr. E. Thienhaus, *Nordwestdeutsche Musik-Akademie*, Detmold. Anmeldungen zur Teilnahme an der Tagung nimmt das Sekretariat der Musik-Akademie entgegen.

Telefunken bezog das „Haus der Elektrizität“

Gegenüber der Technischen Universität in Berlin-Charlottenburg entstand in einer Bauzeit von nur 14 Monaten das höchste Haus Berlins. Am 11. 2. 1960 wurde dieses 21 Stockwerke hohe „Haus der Elektrizität“ eingeweiht. Hauptmieter des Hauses ist für eine Dauer von vorläufig 10 Jahren die *Telefunken GmbH*, die hier mit ihrer Hauptverwaltung eingezogen ist. Der schlanke „Brikett“-artige Grundriß des Gebäudes ist durch die Gesamtplanung rund um den Ernst-Reuter-Platz — dem mit einem Durchmesser von bis zu 130 m zur Zeit größten Kreisplatz Deutschlands — bedingt. Mit einer Gesamthöhe von 80 m überragt das neue Haus alle benachbarten Bauwerke. Bei einer Länge von 80 m und einer Breite von 16 m steht in den 21 Stockwerken eine Gesamtfläche von etwa 18000 m² zur Verfügung, die in etwa 340 Räume aufgeteilt ist. Mit vier Personenaufzügen läßt sich mit einer Geschwindigkeit von 3,5 m/s das oberste Stockwerk in 20,4 s erreichen. Eine moderne Hochdruck-Klimaanlage saugt Höhenluft vom Dach des Hauses an, die über Nachheiz- oder Kühlkörper in die Räume gelangt. Selbst im strengsten Winter sind damit in den Räumen Temperaturen von 20...21°C bei einer Luftfeuchtigkeit von 35...50% und im Sommer bei großer Hitze Temperaturen von 6°C unter der Außentemperatur bei 50% Luftfeuchtigkeit erreichbar.

Entworfen wurde das Haus von den Architekten Schwebes und Schosberger. Sämtliche Betonstützen des Gebäudes ziehen sich an den Außenfronten hoch. Alle Innenwände sind nichttragend und können deshalb nach Belieben den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend versetzt werden.

Continental Elektroindustrie Aktiengesellschaft

Mit Wirkung vom 1. Januar 1960 wurden die Industriebetriebe der *Deutschen Continental-Gas-Gesellschaft*, Düsseldorf, die *Voigt & Haefner AG*, Frankfurt/Main, die *Schorch-Werke AG*, Rheidt, die *Askania Werke AG*, Berlin, die *Kabelwerke Vohwinkel GmbH*, Wuppertal-Vohwinkel, sowie die *Continental-Elektroindustrie-Gesellschaft mbH*, Düsseldorf, in der *Continental Elektroindustrie Aktiengesellschaft*, Düsseldorf, zusammengefaßt.

Kapitalerhöhungen bei der deutschen Philips-Gruppe

Das Stammkapital wurde bei der *Deutschen Philips GmbH* um 42,5 auf 60, bei der *Valvo GmbH* um 10 auf 20 und bei der *Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH (Alldelphi)* um 55 auf 140 Millionen DM erhöht. Mit diesen Kapitalerhöhungen wurden bereits vorhandene Rücklagen in haftendes Kapital umgewandelt. Die neuen Stammeinlagen der *Deutschen Philips GmbH* und der *Valvo GmbH* hat die *Allgemeine Deutsche Philips*

Industrie GmbH übernommen, deren letzte Kapitalerhöhung von 50 auf 85 Millionen DM im November 1956 erfolgte. Die deutschen *Philips-Unternehmen* beschäftigen zur Zeit etwa 23000 Personen.

Elektronenröhren, genormte Begriffe für Laufzeitröhren

Die Vornorm DIN 44400, Blatt 3 „Elektronenröhren; Laufzeitröhren, Begriffe“ (Dezember 1959), enthält wichtige Begriffe aus dem Gebiet der Laufzeitröhren, die vom Fachausschuß 4 „Röhren“ der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE unter Mitwirkung des Arbeitsausschusses „Röhrenbegriffe“ im Fachnormenausschuß „Elektrotechnik“ ausgearbeitet wurden. Die Entwicklung ist jedoch noch nicht abgeschlossen, so daß Änderungen oder Ergänzungen der jetzt festgelegten Begriffe nicht ausgeschlossen sind.

Berliner Forschungsreaktor erstmalig mit voller Leistung betrieben

Der Inbetriebnahme des Berliner Forschungsreaktors am 24. Juli 1958 folgte zunächst eine längere Testperiode, während der die Leistung des Reaktors auf 50 W begrenzt war und der Reaktor unter verschiedenen Versuchsbedingungen betrieben wurde. Nachdem diese Testperiode wertvolle Erfahrungen und eine Reihe neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse brachte, wurde am 14. Januar 1960 mit dem 50-Kilowatt-Betrieb begonnen.

Sowjetunion in der International Computer Federation

Mit dem Beitritt der Sowjetunion zur International Federation of Computer Societies ist die Anzahl der Mitgliedsstaaten, die die Statuten dieser internationalen Organisation ratifiziert haben, auf 12 angestiegen. Die sowjetische Akademie der Wissenschaften ist darin durch ihr Rechenzentrum vertreten.

Japan will Einfuhr liberalisieren

Ab 1. Januar 1960 stellt das japanische Finanzministerium für die Einfuhr von Radiogeräten mit mehr als drei Transistoren und für 33 weitere Artikel Devisen unbeschränkt zur Verfügung. Ein weiterer Schritt zur Liberalisierung der Einfuhr soll im Jahre 1961 oder möglicherweise schon früher erfolgen. In der zweiten Phase sollen u. a. Fernsehgeräte zum Import gegen Devisenzahlung freigegeben werden.

Japanischer Elektronik-Export nach den USA

In den ersten sechs Monaten des Jahres 1959 erreichte der Wert der japanischen Exporte von Bauteilen und Geräten nach den USA mit einem Wert von 22,1 Millionen \$ einen neuen Höchststand. Dieser Wert liegt um 200000 \$ höher als die Vergleichszahl aus dem Vorjahr. Mit einem Wert zwischen 500000 und 600000 \$ liegen Transistoren und Halbleiter an der Spitze, gefolgt von Röhren mit 500000 \$ und Kondensatoren mit fast 300000 \$ Exportwert. Es folgen dann Lautsprecher, Mikrofone, Niederfrequenzbauteile aller Art und Bauteile für elektronische Büromaschinen.

Musikübertragungs-Einrichtung für Transatlantik-Fernsprechkabel

Bei dem zweiten Transatlantik-Fernsprechkabel, das von der Deutschen Bundespost mit 13 Sprechkreisen belegt ist, besteht die Möglichkeit, nach Bedarf an Stelle von 2 Sprechkreisen je Richtung einen für Musikübertragung geeigneten Kanal zu bilden. Auf diese Weise lassen sich ohne Rauschen und Verzerrungen, wie sie der Energieschwind bei Kurzwellen-Empfang mit sich bringt, Direktsendungen über die 4400 sm lange Kabelstrecke zwischen Europa und Amerika übertragen. Die für die Verlagerung des Rundfunkkanals in die Trägerfrequenzlage erforderlichen Rundfunk-Umsetzer sowie die Umschalt-Einrichtungen befinden sich im Fernmeldeamt in Frankfurt a.M. Die Einrichtungen, die eine Entwicklung der *Standard Telephones and Cables Ltd.*, London, sind, wurden von der *Standard Elektrik Lorenz AG*, Stuttgart, aufgebaut und eingeschaltet.

Magnetband-Kopieranlage

Im Auftrag der *Teldec* wurde im *Telefunken-Werk* Wedel eine Magnetband-Kopieranlage hergestellt, die dazu dient, mit erhöhter Geschwindigkeit eine große Anzahl von Musikbändern gleichzeitig wirtschaftlich herzustellen. Die Anlage besteht aus zwei Muttergeräten zum Abspielen der Originalbänder und mehreren Tochtergeräten für die Aufnahme der Kopien. Die Überspielgeschwindigkeit ist das Vierfache der normalen Geschwindigkeit, wodurch auch der übertragene Frequenzbereich vervierfacht wird, so daß die Anlage 20...60000 Hz übertragen muß. Die entsprechende Vormagnetisierungsfrequenz (ungefähr fünffache obere Grenzfrequenz) ist bei dieser Anlage 300 kHz. Soll zum Beispiel eine Viertelspuraufnahme vervielfacht werden, dann können alle vier Spuren gleichzeitig mit der vierfachen Geschwindigkeit auf fünf Aufnahme-geräten kopiert werden. Es ergibt sich daraus ein Zeitgewinn von 1 : 80, das heißt, in einer Stunde kann für 80 Stunden Musik kopiert werden. Beim Kopieren von Stereo-Bändern wird das Verhältnis 1 : 40.

Tunnel-Dioden

Eine Schwesterfirma der *Standard Elektrik Lorenz AG*, Stuttgart, die *Standard Telephones and Cables Ltd.*, London, hat die Entwicklung von Tunnel-Dioden (Esaki-Dioden) bekanntgegeben. Es dürfte sich zur Zeit um die erste Ausführung dieser Diodenart handeln, die in Europa zur Verfügung steht. Die Tunnel-Diode, ein neuartiges Bauelement mit einer



SIEMENS

SPEZIALRÖHREN

E 84 L

E 130 L

E 280 F

5751

5814 A

E 83 CC

E 283 CC

E 86 C

E 80 CF

B 65

Für besonders hohe Ansprüche Siemens-Spezialverstärkerröhren

Unsere Spezialröhren für die industrielle Elektronik gewährleisten Betriebssicherheit durch ihre Qualitätsmerkmale:

- Lange Lebensdauer
- Hohe Zuverlässigkeit
- Enge Toleranzen
- Stoß- und Erschütterungsfestigkeit
- Zwischenschichtfreie Spezialkathode

Unser Lieferprogramm wurde um folgende Typen erweitert:

- | | |
|----------|---|
| E 84 L | 12-W-Leistungspentode |
| E 130 L | 27,5-W-Leistungspentode |
| E 280 F | Steile Breitband-Pentode $S/C = 2,3 \text{ mA/VpF}$ |
| 5751 | NF-Doppeltriode |
| 5814 A | NF-Doppeltriode |
| E 83 CC | Mikrofoniearme NF-Doppeltriode |
| E 283 CC | Brumm- und mikrofoniearme Doppeltriode |
| E 86 C | UHF-Triode |
| E 80 CF | Triode-Pentode |

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESellschaft
WERNERWERK FÜR BAUELEMENTE

negativen Widerstandskennlinie, wird voraussichtlich eine Umstellung in der Schaltungstechnik hervorrufen. Wegen der weitreichenden Konsequenzen, die die Einführung der Tunnel-Diode nach sich ziehen kann, bietet STC diese Diode bereits in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstand an. Dadurch soll ermöglicht werden, daß sich die Schaltungs-Ingenieure mit den neuartigen Eigenschaften der Tunnel-Diode vertraut machen und so früh wie möglich Erfahrungen mit der Leistungsfähigkeit von Schaltungen mit diesem bemerkenswerten Bauelement sammeln können. Muster können über die *Standard Elektrik Lorenz AG, Bauelement-werk SAF*, Nürnberg, bezogen werden. Sie sind die Vorläufer einer Reihe von Tunnel-Diodentypen, die bis zum Mikrowellen-Bereich anwendbar sind.

Transistor-Fertigung in England

Die Halbleiter-Fabrik der *General Electric Co.* in Hazel Grove (England) hat ihren Betrieb aufgenommen. Die Wochenproduktion liegt bei 70000 Dioden und Transistoren. Weitere 50000 Dioden werden wöchentlich in einem anderen GE-Werk in Coventry hergestellt.

Schalttransistoren 2N1252 und 2N1253

Diese beiden neuen Transistoren von *Fairchild Semiconductor Corp.* haben eine Schaltzeit von nur 75 ns und sind vorzugsweise zur Verwendung in datenverarbeitenden Anlagen bestimmt. Der Kollektorstrom liegt bei 150 mA.

Silizium-Diode 1N237B mit 2000 V Sperrspannung

Aus laufender Fertigung bietet *Columbus Electronics Corp.* jetzt Silizium-Dioden mit Sperrspannungen von maximal 2000 V an. Die Hochspannungs-Dioden haben Spitzen-Sperrspannungen von 1400...2000 V. Die Diode 1N237B für 2000 V Sperrspannung hat 10 A Durchlaßstrom.

Mehranoden-Röhren 12FQ8 und 6FH8

Unter der Typenbezeichnung 12FQ8 hat *General Electric* eine Doppeltriode mit gemeinsamer Katode herausgebracht, bei der jedes Triodensystem zwei getrennte Anoden enthält. Jede Anode hat bei max. 330 V Anodenspannung eine zulässige Verlustleistung von 0,5 W. Die Röhre 6FH8 der *RCA* ist eine Triode-Tetrode mit gemeinsamer Katode, bei der das Tetrodensystem drei getrennte Anoden enthält. Die Hauptanode ist mit 2,3 W belastbar, während für die beiden anderen Anoden des Tetrodensystems eine Verlustleistung von 0,3 W zulässig ist. Beide Röhren finden Anwendung in Schaltungen, bei denen zwei getrennte Ausgänge für ein einziges Steuersignal gewünscht werden, zum Beispiel in elektronischen Organen.

Neue Wärmeableiter für Leistungstransistoren

Neue Wärmeableiter für Leistungstransistoren, die einen höheren Wirkungsgrad und kleinere Abmessungen als bisherige ähnliche Vorrichtungen haben, hat *International Electronic Research Corp.*, Burbank, Calif., entwickelt. Mit Hilfe des *IERC*-Wärmeableiters läßt sich ein Transistor in TO-3-Gehäuse mit 10 W gegenüber 2,5 W ohne den Wärmeableiter betreiben. Die in verschiedenen Größen gefertigten Wärmeableiter haben senkrecht stehende Lamellen, die so bemessen sind, daß sie die Wärme in möglichst kurzer Zeit aus dem Transistorgehäuse ableiten und über entsprechend dimensionierte Kühl lamellen mit gleicher Geschwindigkeit an die Luft abgeben.

Widerstände in Sprühtechnik

Eine Technik zur Herstellung aufgesprühter Widerstände für Micromodule-Gruppen hat *Bell Telephone Laboratories* entwickelt. Auf eine Grundplatte aus Glas oder Keramik werden dünn-schichtige Widerstandsfilme aus Tantal oder Titan aufgesprüht. Die einzelnen Widerstandselemente können eine Breite von 0,001" und einen Abstand untereinander von ebenfalls 0,001" haben. Mit Hilfe dieser neuen Technik hat *Bell* Flip-Flop-Schaltungen hergestellt, die gegenüber einem Platzbedarf von $3,5 \times 7''$ jetzt nur noch Keramik-Grundplatten von $2 \times 2''$ erfordern. Die Versuchsschaltung bestand aus 24 Widerständen, 9 Kondensatoren und Steckvorrichtungen für 6 Transistoren und 9 Dioden.

Elektronisch gesteuertes Beatmungsgerät

Die Behandlung der an Kinderlähmung erkrankten Personen mit dem von *Pye* hergestellten *Barnet*-Beatmungsgerät gibt dem Patienten beträchtlich mehr Freiheit als die Eisernerne Lunge. Anstatt in eine Box eingeschlossen zu sein, ist der Patient mittels zweier Plastikschläuche mit dem Beatmungsgerät verbunden. Das Atmen wird dabei durch den Wechsel von positiven und negativen Drücken unterstützt. Die Anzahl der Atmungen je Minute, das Verhältnis von Einatmungszeit zu Ausatmungszeit sowie die Luftmenge, die in die Lungen ein- und austritt, ist dabei von großer Wichtigkeit. Es ist möglich, dies alles sofort und genau den physiologischen Bedingungen anzupassen. Das Beatmungsgerät ist leicht transportabel und wiegt nur 56 lbs. Es wird aus eingebauten Batterien gespeist, die die transistorisierte Schaltung 20 Stunden lang mit Strom versorgen können, ohne erneuert werden zu müssen.

Hochspannungskabel für 500 kV

Der *Westinghouse Electric Corporation* ist es gelungen, Höchstspannungskabel für 500 kV Betriebsspannung herzustellen, die auch in Höhen bis zu 3600 m unbedingt betriebssicher sind.

Grundlagen & Praxis der Radartechnik II

Von H. E. Penrose u. R. S. H. Boulding. Stuttgart 1959, Berliner Union. 352 S. m. 174 B. u. 8 Tab. 16 × 23,3 cm. Preis für Band I und Band II zusammen in Ganzl. geb. 86,— DM.

Während der erste Band¹⁾ auf die Prinzipien und Bauelemente der Radartechnik eingeht, beschreibt der inzwischen erschienene zweite Band einige charakteristische Radaranlagen, darunter eine Flugzeugbordanlage zur Beobachtung von Zielen auf der Erdoberfläche sowie verschiedene Rundsuch-, Schiffsradar- und Hafenüberwachungsanlagen. Weitere Kapitel bringen die Theorie der Übertragungsleitungen, die Theorie der Hohlleiter sowie die der Hohlraumresonatoren. Ein Schrifttums- und ein ausführliches Stichwortverzeichnis für Band I und Band II zusammen runden dieses umfassende, dem neuesten Stand der Technik entsprechende Nachschlagewerk ab, das gleichzeitig auch ein Lehrbuch für Radaringenieure und alle diejenigen ist, die sich mit der modernen Nachrichtentechnik befassen. —hl

Elektronische*Geräte der Industrie

Von P. van der Ploeg. Eindhoven 1959, Philips Technische Bibliothek. 106 S. m. 55 B. 14,5 × 20,5 cm. Preis kart. 7,— DM.

Das einwandfreie Funktionieren elektronischer Geräte hängt vielfach von anscheinend unwichtigen Kleinigkeiten ab, an die weder während der Konstruktion noch bei der Fertigung gedacht wird, weil die Erfahrungen auf diesem Spezialgebiet der Elektrotechnik noch nicht so weit zum Allgemeingut der damit Beschäftigten gehören, daß sie von selbst, also ohne bewußtes Handeln, berücksichtigt werden. Hier will das Buch eine praktische Hilfe sein, und der Verfasser zeigt am Beispiel der Entstehung eines elektronischen Gerätes vom ersten Versuchsaufbau über die Herstellung bis zur Wartung während des Betriebes, was dabei alles zu beachten ist und welche Fehler vermeidbar sind. Es werden allgemeine elektrische und fertigungstechnische, den Aufbau betreffende Probleme sehr gründlich behandelt, deren Auswirkungen der Leser klar erkennt. Dieses vielseitige Hilfsbuch ist mit einem Anhang abgeschlossen, aus dem hervorgeht, wie die wichtigsten von den Röhrenherstellern angegebenen Daten auszulegen sind. —öh—

¹⁾ vgl. Elektron. Rdsch. Bd. 13 (1959) Nr. 12, S. 468

Relaisbuch

Von M. Erich. Herausgegeben von der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke. 6., neubearb. Aufl. Stuttgart 1959, Franckh'sche Verlagshandlung. 297 S. mit 123 B. 16 × 23,5 cm. Preis in Ganzl. geb. 29,50 DM.

Dieses Standardwerk des Relaiswesens ist gleichzeitig ein Abriß der modernen Schutztechnik und stellt eine vollständig neue Fassung früherer Auflagen dar. Nach einer kurzen Einführung in die Arbeitsweise und Konstruktion der Relais behandelt der Hauptteil des Buches ausführlich die Projektierung der Schutzeinrichtungen für Generatoren, Transformatoren, Höchst-, Hoch- und Mittelspannungsnetze sowie für Motoren und Kondensatoren, wobei nicht nur die technischen, sondern auch die wirtschaftlichen Belange berücksichtigt sind. In diesem Abschnitt finden auch die Arbeiten des Arbeitsausschusses „Schutztechnik“ der VDEW weitgehend Berücksichtigung. Das letzte Kapitel „Wartung und Prüfung“ gibt Einblick in die laufenden Arbeiten im Betrieb, die erforderlich sind, damit die Schutzeinrichtungen stets voll wirksam bleiben. Eine Zusammenstellung der wichtigsten schutztechnischen Begriffsbestimmungen schließt das für den Konstrukteur und den Ingenieur, die am Bau oder Betrieb der Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen arbeiten, so wichtige Werk ab. Rl

Elsevier's Fachwörterbuch der Kernwissenschaft und -technik

Amsterdam/London/New York/Princeton 1958, Elsevier Publishing Company. 914 S. 15 × 23 cm. Preis in Kunstl. geb. £ 7.

Bei diesem heute so aktuellen Wissensgebiet ist es von besonderer Wichtigkeit, auch das ausländische Schrifttum kennenzulernen und gegebenenfalls für eigene Arbeiten auszuwerten. Es ist daher zu begrüßen, daß Elsevier auch für die Kerntechnik ein sechssprachiges Fachwörterbuch herausgebracht hat. Das Buch enthält im Hauptteil über 4000 englisch-amerikanische alphabetisch geordnete Fachausdrücke mit einer ebenfalls in englischer Sprache gehaltenen kurzen Definition sowie deren Übersetzungen ins Französische, Spanische, Italienische, Niederländische und Deutsche. Anschließend findet der Leser die Fachwörter jeder der fünf zuletzt genannten Sprachen getrennt in alphabetischer Reihenfolge und mit einer Zahl versehen, die der laufenden Nummer des englischen Wortes im Hauptteil entspricht. Damit ist es möglich, jedes Wort in jeder Sprache schnell und leicht aufzufinden. Dieses übersichtliche, sauber ausgestattete Fachwörterbuch ist eines der wertvollsten Nachschlagewerke im internationalen Schrifttum. Rl

Alle besprochenen Bücher können bei der HELIOS Buchhandlung und Antiquariat GmbH, Berlin-Borsigwalde, bestellt werden

- Maximale Leistung bei minimalem Platzbedarf
- Betrieb mit nur einer Batterie
- Keine Mehrfach-Anschlüsse
- Absolut sicherer Kontakt
- Grösstmögliche Leistung des Geräts



- Spezialbatterie für Transistoren
- Bewährte Zuverlässigkeit
- Praktisch für den Verbraucher
- Grössere Lebensdauer bei niedrigeren Kosten
- Überall in der Welt erhältlich

Die logische Wahl ist



POWER PACK BATTERIEN FÜR TRANSISTORGERÄTE

Überall in der Welt erhältlich

Verlangen Sie technische Einzelheiten und Angebote von BEREC International Ltd. (Technical Service) Hercules Place, Holloway, LONDON, N.7, England



Ms 210

3 OSCILLARZET – eine Serie von Kleinoszillographen für alle Meßaufgaben

OSCILLARZET 15

der vielfach bewährte Wechselspannungs-Oszillograph mit periodisch laufender Zeitablenkung:

1 Hz bis 600 kHz und 1 Hz bis 5 MHz
bei max. 6 und 35 mV/cm

OSCILLARZET 05

der geeichte Gleichspannungs-Oszillograph mit periodisch laufender und triggerbarer Zeitablenkung:

0 bis 1,2 und 0 bis 5 MHz bei
max. 15 und 50 mV/Teil (1 Rasterteil = 0,6 cm)

OSCILLARZET 05 S

die Sonderausführung für hohe Anforderungen mit Ablenkfaktoren von max. 10 und 30 mV/Teil, mit erweiterter Synchronisierungsmöglichkeit auch durch HF- und Gleichspannungen \pm , beliebiger Wahl des Triggerniveaus und nahezu völliger Netzunabhängigkeit

Unsere Geschäftsstellen stellen Ihnen auf Anfrage gern ausführliche Druckschriften zur Verfügung.

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESellschaft
WERNERWERK FÜR MESSTECHNIK



SILIZIUM-PHOTOELEMENTE

Extrem hohe Leistung, etwa 8 mW/cm^2 bei 100 000 Lux

Sehr hohe Konstanz selbst bei hohen Beleuchtungsstärken, nutzbarer Spektralbereich von 300–1800 nm, Arbeitsbereich -60 bis $+175^\circ\text{C}$, Photostrom nahezu temperaturkonstant, angelötete Abnahmedrähte, Trägheit kleiner als 0,01 sec., 30 verschiedene Typen in allen Größen, Vielfachzellen für Spannungen bis zu 30 Volt, Zellenbatterien zur Ladung von Akkumulatoren

Verlangen Sie Liste 1 Si/ER

Spezialfabrik lichtelektrischer Zellen und Apparate

Dr. B. LANGE

Berlin-Zehlendorf, Hermannstr. 14-18, Fernruf 84 30 51

Drahtanschrift: Photozelle Berlin · Fernschreiber 018 3163

Lichtmarken-Galvanometer

mit Schwimm-Meß-System
n. Patenten von Schlumberger-Picard
stoß- und vibrationsfest

Lumindex
für Einbau, Skale 150 oder 300 mm

Stablindex
tragbar, wasserdicht, Skale 120 mm

Verisport
Laborausführung, Skale 220 oder 300 mm

Galvanometer
mit normal aufgebautem
Meß-System in verschiedenen
Ausführungen


Laufskalen-Galvanometer
mit beweglicher Leuchtskale von
450 mm effektiver Länge



ELECTRONEST GMBH.
OTTENHAUSEN-SAARBRÜCKEN

Bitte verlangen Sie die neue Druckschrift T 1 über Lichtmarken-Galvanometer

ROBOT registriert rationell! ROBOT registriert rationell! ROBOT registriert rationell! ROBOT registriert rationell! ROBOT registriert rationell!



ABLESEN?
AUFSCHREIBEN?
SKIZZIEREN?
DIKTIEREN?
VERGLEICHEN?
BEHALTEN?

Fotografisch registrieren!

mit **ROBOT**
vollautomatisch

ROBOT - das universelle fotografische
Registriersystem für Forschung und Überwachung.
Fordern Sie bitte die Druckschrift FR 2 an.

ROBOT-FOTO^{GM}_{BH}DÜSSELDORF

Eingeführte Vertreter für verschiedene Bezirke
im In- und Ausland gesucht.

neu!

ERSA - MINITYP/6V

Miniaturlötkolben
mit Wechselementen
10 W/6 V, 20 W/6 V,
30 W/6 V für die
moderne

Elektronik



10 W/6 V
20 W/6 V
30 W/6 V

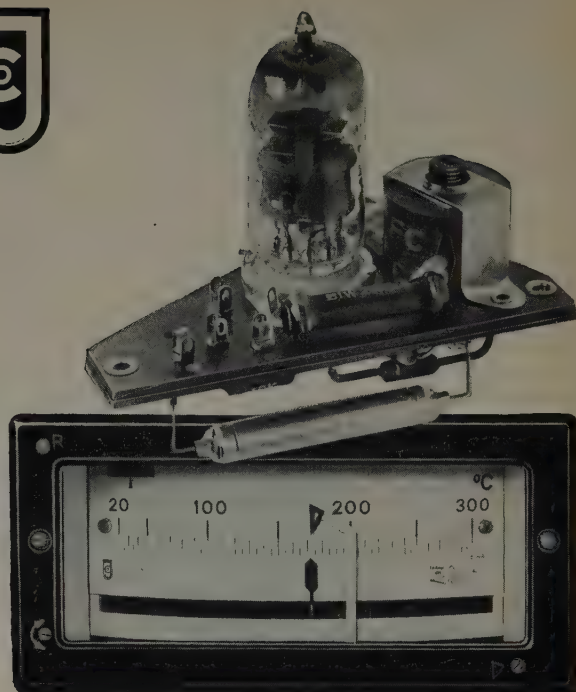
ERNST SACHS

Ständiger Aussteller auf der Deutschen
Industrie-Messe Hannover, Halle 11/1504



SEIT 1921

Berlin-Lichterfelde West • Manteuffelstraße 10a und
Wertheim/Main • Ferd.-Hotz-Straße 3
Verlangen Sie die neue Liste 166 02 • Bezug durch den Fachhandel!



PENDELUNGSFREIE TEMPERATURREGELUNG
auch an Regelstrecken mit großer Totzeit durch
den neuen

ELNIK-REGLER

in Verbindung mit der elektronischen Rückführung

EIN JAHRZEHNT ERFAHRUNGEN UND ERFOLGE
im Bau elektronischer Zweipunktregler mit induk-
tiver Zeigerabtastung führte zu der ausgereiften
Neukonstruktion:

- ▶ Auf die Hälfte verkleinerter Raumbedarf,
Skalenlänge unverändert 130 mm
- ▶ Vollkommen gekapseltes Meßwerk
- ▶ Übersichtliche Baugruppen (die Verstärkerein-
heit ist oben abgebildet)
- ▶ Vereinfachte, betriebssichere Schaltung für
zwei und drei Schaltstufen. Stufenbreite bei
drei Schaltstufen zwischen 0 und 6 Prozent
der Skalenlänge einstellbar
- ▶ Hohe Sicherheit gegen ungünstige Umge-
bungsbedingungen durch Verwendung bester
Baulemente

Die eingebaute oder getrennte elektronische Rück-
führung arbeitet lastunabhängig und bewirkt die
stufenlose Einstellung des für die Aufrechterhaltung
der Regelgröße erforderlichen Verhältnisses von
Ein- zu Ausschaltdauer. Der Elnik-Regler erhält
dadurch die Wirkung eines stetigen Reglers.

Verlangen Sie unsere Druckschriften REZ und RF

W·H·JOENS+CO
DÜSSELDORF 1



Lorenz-Drehfeldsysteme

auch für 400Hz lieferbar.
In gleicher Präzision fertigen wir
Einankerumformer, Tachodynamos,
Elektrogebläse



STANDARD ELEKTRIK LORENZ

Lorenz Werk Landshut/Bayern

**MESSEN
STEUERN
REGELN** auch Sie mit dem

Funktionsbereichdehner

(DBPa, WZa)

Diese Neukonstruktion erlaubt in ihrer größten Empfindlichkeit die Sollwerterfassung einer Gleich- oder Wechselspannung mit einem

**TOLERANZBEREICH von $\pm 0,1\%$ im
GESAMTSKALEN- oder ARBEITSBEREICH**
unserer Meß-, Steuer- und Regelgeräte.

Zu unserem Lieferumfang gehören ferner, außer den normalen Schalttafel-Meßgeräten: Lichtzeiger-Meßgeräte, Meßgeräte mit Schattenanzeige, lichtgesteuerte Regler mit fotoelektrischer Sollwertabastung, Kreisblattschreiber, Linienschreiber, Punktschreiber und sonstige Spezial-Meßgeräte.

Fordern Sie noch heute unseren Sonderprospekt über den Funktionsbereichdehner an



HERMANN HAASE
Fabrikation elektrischer Meßgeräte

Berlin SW 61, Friedrichstraße 224, Telefon 66 80 52



684 Seiten · 636 Bilder mit über 1100 Original-Oszillogrammen · 17 Tabellen · In Ganzleinen gebunden 36,- DM

im Urteil der Fachpresse:

„... Für Ingenieure und Techniker aller Industriezweige, für Wissenschaftler, Dozenten und Studierende sowie für Radio- und Fernsehmechaniker wie auch Amateure und Laboranten ist dieses empfehlenswerte Fachbuch eine wertvolle Unterstützung ihrer Arbeit. Es bietet alle Grundlagen für die Einführung, ist aber ebenso dafür geeignet, bereits vorhandene Kenntnisse zu vertiefen und zu neuen ergebnisreichen Meßmethoden anzuregen.“

Maschine und Werkzeug

„... In gleicher Weise vermittelt das Buch auch alle für Lehrzwecke und das Selbststudium erforderlichen Kenntnisse über Elektronenstrahl-Oszillografen und ihren sinnvollen und zweckmäßigen Einsatz.“

Industrie-Elektronik

„... Durchweg erkennt man das Bestreben des Verfassers, auch kompliziertere Zusammenhänge in leichtfaßlicher, doch ausreichend exakter Weise so darzustellen, daß dieses Buch einem großen Interessentenkreis als Einführung in das wichtige Gebiet der elektronischen Meßtechnik dient...“

Schweizer Industrieblatt

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen im Inland und im Ausland sowie durch den Verlag

Ausführlicher Spezialprospekt auf Anforderung

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · Berlin-Borsigwalde

ELEKTRONISCHE STEUER- UND REGELGERÄTE

ELEKTRONISCHE ZEITRELAIS
PROGRAMMSTEUERUNGEN
DEKADEN FÜR SCHNELLZÄHL-
EINRICHTUNGEN UND ANDERE
ANWENDUNGEN
KONTAKTSCHUTZRELAIS
SCHWEISSZEITBEGRENZER
LICHTELEKTRISCHE STEUERUNGEN

ELEKTRO-APPARATE- UND RELAIS-BAU

VONA



GEBR. v. ALTEN
KRONBERG IM TAUNUS
FERNRUF 2534 • FERNSCHREIBER 04 15814

FGF-V 960



TRÄGERFREQUENZSYSTEM



Unbemannte
Verstärkerstelle

Das
Vierdrahtsystem
zur
Übertragung
von
960 Gesprächen
je
Kabeladerpaar
im
Weitverkehr.
Übertragungs-
bereich
60 bis 4092 kHz



Trägerfrequenzamt

Wir liefern für

geätzte Schaltungen

DYCO-Platten

vorbeschichtete, kopierfertige Platten

DYCOPIN S

lichtempfindliche, ätzfähige Schicht

DYCO-Geräte

von der Laborausrüstung bis zur Großanlage

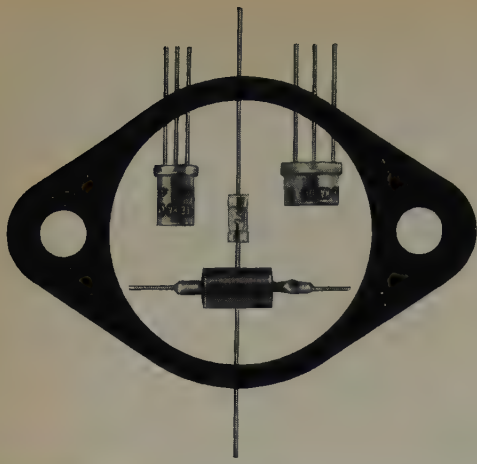
Labormuster können nach unserem Verfahren in einer halben
Stunde nach Zeichnung angefertigt werden

Beratung — Vorführung

DYCO **DUFEY & CO**
MÜNCHEN 25 • STEINERSTR. 11



FELTEN & GUILLEAUME
FERNMELDEANLAGEN
NÜRNBERG **GMBH**



SÜDDEUTSCHE TELEFON-APPARATE-, KABEL- UND DRAHTWERKE A.G. NÖRNBERG



Neuzeitliche, vollautomatische Fertigungseinrichtungen erfüllen die Forderung nach Stabilität und hoher technischer Güte der TE-KA-DE-Halbleiter. Das erweiterte Verkaufsprogramm der TE-KA-DE umfaßt: Germanium- u. Silizium-

Dioden – u.a. Varicaps – in Allglas- und Keramik-Ausführung, NF-Vorstufen- u. Leistungstransistoren nach Stromverstärkung u. Spannungsfestigkeit gruppiert, ferner Kupferoxydul-Messgleichrichter und Modulatoren aller Schaltungsarten.

Stellenanzeigen



TELEFUNKEN

sucht

für das **Forschungsinstitut** in Ulm

Ingenieur (HTL)

mit Erfahrungen im Bau elektrotechnischer Geräte, in Schaltungstechnik und mit guten Kenntnissen auf dem Gebiet der Elektronenröhren.

Ingenieur (HTL)

mit vorwiegend physikalisch-chemischer Ausbildung.

Bewerbungen sind zu richten an

TELEFUNKEN G.M.B.H.

Geschäftsbereich Röhren
Personalverwaltung,
Ulm (Donau), Söflinger Straße 100

Für die technische Beratung von Industriefirmen suchen wir erfahrenen

Ingenieur (TH oder HTL)

mit Kenntnissen auf dem Halbleitergebiet, sowie

Jung-Ingenieure (TH oder HTL)

für Aufgaben auf dem Anwendungsgebiet der Halbleiter

Zuschriften mit den üblichen Unterlagen erbitet

TELEFUNKEN G.M.B.H.

Geschäftsbereich Röhren • Werk Ulm
Personalverwaltung
Ulm (Donau) • Söflinger Str. 100



Wir suchen

für innerbetriebliche Tätigkeit einen

Vertriebs-Ingenieur

elektrisches
Messen
mech. Größen

mit guten technischen Kenntnissen
und Erfahrungen auf dem Gebiet

Bewerbern, die Neigung und Fähigkeit für
interessante Vertriebstätigkeit haben, bieten
wir eine sichere Position mit gutem Ein-
kommen.

Bitte richten Sie Ihre ausführliche Bewerbung
mit Angabe des frühesten Eintrittstermins an

HOTTINGER MESSTECHNIK

DARMSTADT • Pallaswiesenstraße 172

BOSCH

Wir suchen

Diplomingenieure

Fachrichtung Elektrotechnik

für interessante Entwicklungsaufgaben
in unseren Laboratorien:

Halbleiter — Anwendungen
Halbleiter — Herstellung von
Bauelementen

Elektronische Impulstechnik
Elektroakustik
Funkentstörung
Kontaktuntersuchungen
Elektrotechnische Werkstoffe

Bei der Wohnungs-
beschaffung sind wir
behilflich.
Bitte richten Sie Ihre
ausführliche
Bewerbung an

**ROBERT BOSCH
GMBH**

Kennziffer 31
Stuttgart 1
Postfach 50

ELRU - Informationen

Wünschen Sie ausführliche Informationen über die in diesem Heft besprochenen Geräte und Anlagen oder über die im Anzeigenteil angekündigten Erzeugnisse?

Dann geben Sie uns bitte auf anhängender Karte durch Ankreuzen der jeweiligen Kennzahlen Ihre Wünsche bekannt. Wir geben Ihre Wünsche gern kostenlos und ohne Verbindlichkeiten für Sie an die Hersteller weiter.



ELRU - Informationen

ELRU - Informationen

ELEKTRONISCHE RUNDschau

3
1960

Ich wünsche unverbindlich weitere Informationen über die Erzeugnisse, deren Kennzahlen angekreuzt sind, sowie über folgende im Anzeigenteil angekündigte Geräte und Anlagen

41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

(Gültig bis 30. 6. 1960)

Seite.....Firma.....

Erzeugnis.....

Seite.....Firma.....

Erzeugnis.....

Anzeigenteil

(Name, Vorname, Beruf)

(Wohnort, Straße, Hausnummer)

(Firma)

Neue Erzeugnisse · Industrie-Druckschriften

AAP

Temperaturmeßgerät „Tastotherm“

Das von dieser Firma hergestellte elektronische Temperaturmeßgerät besteht aus der Grundeinheit und verschiedenen Stromversorgungs-Einschüben sowie Temperaturfühler. Ein temperaturabhängiger Widerstand im Fühler steuert eine Brücken- oder Kompensationsschaltung, und die Temperatur wird an einem Instrument direkt angezeigt. Die verschiedenen Stromversorgungs-Einschübe sind für 3 V (handelsübliche Batterie, Lebensdauer ohne Unterbrechung 800 Stunden), für Netzanschluß 110 oder 220 V oder für Akkumulatorenanschluß ausgelegt. Die Temperaturfühler sind in verschiedenen Ausführungen und für verschiedene Temperaturen bis zu 400° C lieferbar. Ein weiteres Temperaturmeßgerät, das „Tastotherm Infra“ gestattet Temperaturmessungen ohne Berührung zwischen 200 und 2500° C.

ELRU-Information 52

Elesta

Technische Mitteilungen, Nr. 14/1960

Die vorliegende Nummer ist ausschließlich den Dekadenzählrohren EZ 10 gewidmet. Neben der Beschreibung des Funktionsprin-

zips dieser Röhre enthält die Druckschrift eine Reihe von Anwendungsbeispielen für Zählerschaltungen.

ELRU-Information 53

Früngel

Hochspannungskoffer „Isolex“

Dieses für Labor und Prüffeld bestimmte Hochspannungsgerät liefert eine zwischen 0 und 50 kV stufenlos regelbare Gleichspannung. Die Ausgangsleistung ist unabhängig vom Außenwiderstand, die Kurzschlußbelastung im DB 4 mA und im KB 10 mA. Spannungsprüfungen sind mit 1% Genauigkeit möglich. Ein besonderer eingebauter Coulombzähler, der den Stromfluß über die Zeit integriert, dient der Messung unregelmäßiger Korona- und Leckströme.

ELRU-Information 54

Hottinger Meßtechnik

Automatischer Meßstellenumschalter „US 100“

Dieser in Bausteinausführung aufgebaute automatische Meßstellenumschalter ist ein Relaisumschalter zum Anschluß von Dehnungsmeßstreifen. Er gestattet, bis zu 100 Meßstellen auf einen Trägerfrequenz-Meßverstärker umzuschalten und besteht aus dem Steuergerät „US 100 St“

zum Anschluß von 1 bis 5 Abgleichgeräten oder dem Steuergerät „US 100 St-A“ (mit eingebauter Schaltautomatik zum selbständigen zyklischen Abtasten von 2 bis 100 Meßstellen) und dem Abgleichgerät „US 10“ mit 10 Einheiten oder „US 10E“ (mit eingebauter Eicheinrichtung und Gegenbrücke wie „US 100 St“).

ELRU-Information 55

Hübner

Gleichstrom-Tachometerdynamos

Die Typen „GMP 1,0“ (30 W, zweipolig), „TDP 1,2“ (50 W, zweipolig) sowie „TDP 5,5“ und „TDP 5,5 N“ (je 130 W, vierpolig) der Firma Johannes Hübner sind für maximale Drehzahlen zwischen 1780 und 4000 U/min bestimmt und geben dabei maximale Spannungen von 18,1 bis 283 V bei Nennlast ab. Sie zeichnen sich besonders durch permanente Polmagnete höchster Qualität aus, die einen alterungsfreien Betrieb garantieren. Die weit überdimensionierte Magnetlänge macht die Maschinen magnetisch kurzschlußfest. Die Linearitätsabweichung der abgegebenen Spannung ist $\leq 1\%$ im Bereich 40...4000 U/min für die beiden kleineren Typen beziehungsweise 36...3600 U/min für die beiden größeren Typen.

ELRU-Information 56

IBM

Einführung in das IBM-Lochkartenverfahren

Dieser reich bebilderte Sonderdruck gibt in leichtverständlicher Form eine Einführung in das IBM-Lochkartenverfahren.

ELRU-Information 57

Isotope Developments

„Isotron“ Static Eliminator „504“

Der „Isotron“ Static Eliminator „504“ dieser Firma (Deutsche Vertretung: OmniRay, München) dient zur Ableitung statischer Ladungen, wie sie beispielsweise bei Druck- und Verpackungsmaschinen in der Papier- und Textilindustrie vorkommen. Das Gerät ist sehr einfach in der Montage, arbeitet mehrere Jahre lang ohne Energieversorgung oder Wartung und ist absolut ungefährlich für die Umgebung. Das Arbeitsprinzip beruht auf der Ionisation der Luft durch ein radioaktives Isotop. Es macht die Luft leitend, und dadurch werden die Ladungen zur Erde abgeleitet.

ELRU-Information 58

Muirhead

Technique, Nr. 1/1960

Über den Gebrauch von Drehmeldern (mit 10 kHz) als Ein-

3

1960



Enthält in den Märzheften u.a. folgende Beiträge:

1. Märzheft 1960 (5)

- Moderne Tonstudio-Technik
- Das Kleinstudiogerät „Magnetophon 24“
- Ein einfacher Klirrfaktormesser
- Eine Fernsehkamera mit sehr geringem Aufwand
- Fernsehempfänger als Service-Hilfsgerät
- Der Bedienungskomfort einer Amateur-Funkanlage
- FT-Laborbericht: UKW-Mischeinheiten mit Transistoren
- »3310« — Ein Stereo-Plattenspieler mit Studioqualität
- Schallplatten für den Hi-Fi-Freund
- Technik der Funk-Fernsteuerung (7)
- Eine elektronische Stoppuhr

2. Märzheft 1960 (6)

- Atomwirtschaft zwischen Optimismus und Pessimismus
- Ein Meßgerät zur direkten Anzeige der AM-Unterdrückung eines FM-Empfängers
- Kernreaktoren · Kraftmaschinen der Atomzeit (1. Teil)
- Verwendung einer biquinären Glühlicht-Ziffernröhre im elektronischen Zähler für hohe Frequenzen
- Internationale Zusammenarbeit des Rundfunks und Fernsehens
- Leipziger Frühjahrsmesse 1960: Rundfunk · Fernsehen · Phono
- Morsegeneratoren in Transistor- und Röhrentechnik
- Einflußiger CO-Kleinsender für Telegrafie und Telefonie
- Playback-Aufnahmen mit Magnettongeräten
- Die zweikanalige Tonband-Wiedergabe mit Vierspur-Monogerät
- Vereinfachte Darstellung physikalischer Vorgänge in Halbleitern
- Technik der Funk-Fernsteuerung (8)

*

FT-Kurznachrichten · Von Sendern und Frequenzen · FT-Zeitschriftendienst · Zuletzt notiert · Neue Bücher

Beilage: Transistor-Schaltungstechnik · Einführung in die Matrizenrechnung
ELEKTRONIK-INGENIEUR: Elektrische Weichen zur Leistungsaufteilung in NF-Verstärkern · Elektrische Energie durch Thermoelektronen

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · Berlin-Borsigwalde

ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

POSTKARTE

ELRU-Informationen

BERLIN-BORSIGWALDE

Eichborndamm 141-167

gabegerät für induktive Werkzeugmaschinen-Schaltssysteme berichtet der Hauptbeitrag. Außerdem enthält das Heft technische Einzelheiten über den Zweiphasen-Dekadenoszillator „D-880-A“.

ELRU-Information 59

Nickel-Informationsbüro Nickel-Berichte, Nr. 12/1959

Für Röhrenhersteller dürfte der Hauptbeitrag, „Vakuumschmelzung nickelhaltiger Werkstoffe“ von Interesse sein. Außerdem enthält das Heft wiederum zahlreiche Schrifttumsauszüge aus den Gebieten Nickel, Vernicklung, Metall-Legierungen, Bau- und hitzebeständige Legierungen.

ELRU-Information 60

Philips

Elektroakustik, Nr. 30/1960

Der in der vorigen Nummer begonnene Beitrag „Moderne Beschallungstechnik“ findet in diesem Heft seine erste Fortsetzung. Außerdem sind in der Druckschrift unter anderem Angaben über die Beschallung einer Freilichtbühne sowie zweier Sportanlagen enthalten.

ELRU-Information 61

Stereo-Tonbandkoffer „RK 80“

Dieses neue, drucktastengesteuerte Gerät ist sowohl für stereophonische als auch für mono-

phone Aufnahme und Wiedergabe geeignet und hat drei Geschwindigkeiten (4,75, 9,5, 19 cm/s). Die Vierspurtechnik erlaubt bei zweimaliger Bespielung des Bandes mit stereophonischer Information eine Spielzeit von max. 8 Stunden (Doppelspielband). Je ein zur Stereo-Wiedergabe benötigter Lautsprecher ist im Koffer und im Deckel untergebracht.

ELRU-Information 62

Roederstein & Türk Zwerg-Kondensatoren

Die Reihe der bekannten kunststoffumhüllten Metallpapier-Kleinkondensatoren „ROE-Zwerg 2“ wurde neuerdings bis zum Kapazitätswert 0,22 µF, 150 V, erweitert.

ELRU-Information 63

Schleicher

Anlaß-Schaltwerk „MZP“

Dieses Schaltwerk mit Synchronmotorantrieb (zwei- oder dreipolig) schaltet nach individuellem Programm und ist in zwei Standardausführungen mit Laufzeiten von 12 und 48 s lieferbar.

ELRU-Information 64

Siemens

Leistungspentode E 84 L

Lange Lebensdauer, große Zuverlässigkeit, enge Toleranzen und eine zwischenschichtfreie Spezialkatode sind die Merkmale

dieser neuen Leistungspentode der Novallreihe in Langlebensdauer Ausführung. Sie eignet sich besonders für NF- und Breitbandverstärker in Ein- und Gegentaktschaltung, als Katodenverstärker sowie als Längsröhre in elektronisch geregelten Netzgeräten. In ihren elektrischen Daten und der Sockelschaltung entspricht sie der EL 84. Maximale Anodenverlustleistung 12 W, maximaler Katodenstrom 65 mA, Steilheit 11,3 mA/V. Weitere Einzelheiten sowie Kennlinien und Abmessungen enthält ein vorläufiges Datenblatt.

ELRU-Information 65

Standard Elektrik Lorenz Styroflex-Kondensatoren

Angaben über Aufbau, Belastbarkeit sowie Bestellbezeichnungen und Abmessungen der SAF-Styroflex-Kondensatoren in Zwillingswickelausführung sind in der Druckschrift 1024.3-01-1 enthalten.

ELRU-Information 66

Telefunken

Leistungsmesser „Wm 10-307/2“ mit Thermistorkopf

Zur Messung von Dauerleistungen und Impulsleistungen (wenn die Impulsfrequenz ≥ 1 kHz ist) eignet sich der Leistungsmesser „Wm 10-307/2“. Meßbereich 0,1 bis 10 mW, am Anzeigeinstrument ablesbar, höhere Leistun-

gen nach Vorschalten von Dämpfungsgliedern. Die Leistung wird an einer NF-Brücke gemessen, deren einer Zweig ein 80-Ohm-Thermistor ist. Bei Zufuhr einer bestimmten HF-Leistung wird die NF-Leistung um den gleichen Betrag vermindert, wodurch die Brücke im Gleichgewicht bleibt. Ein besonders ausgebildeter Spannungsmesser zeigt die Veränderung des NF-Leistungspegels an, so daß die HF-Leistung direkt ablesbar ist. Frequenzbereich 8,5...10 GHz, Meßunsicherheit $\pm 3\%$ vom Endauschlag + 8% bei 10 mW.

ELRU-Information 67

Wisi

Hochfrequenz-Steckvorrichtungen

Diese Firma hat ihr Lieferprogramm an koaxialen Hochfrequenz-Steckvorrichtungen inzwischen weiter ausgebaut. Als wichtigste Neuerungen wären zu nennen: UHF-Kabelstecker für Flexwellkabel (bis 10 kW, bis 1000 MHz), HF-Geräteflansch „SHG“ (0...4200 MHz), SHF-Kabelstecker „SHK“ für Wellrohrkabel mit Druckgasanschluß (0...3000 MHz), SHF-Winkelstecker (0...5000 MHz), Kabeltrennstück „SHN“ (0...4200 MHz) und SHF-Übergangsstück von 6/16 auf 3,5/9,5 mit Teflon-Breitbandstütze (0...5000 MHz). Ein Katalog unterrichtet über das gesamte Programm an Hochfrequenz-Steckergarnituren.

ELRU-Information 68

K. WAGNER

Ringzähler für Vorwärts- und Rückwärtszählung mit Transistoren

In diesem Beitrag werden zwei Ringzähler für Vorwärts- und Rückwärtszählung beschrieben, die aus einzelnen, mit NF-Transistoren OC 71 bestückten, bistabilen Multivibratorstufen zusammengesetzt sind. Diese Multivibratorstufen sind so ausgelegt, daß sich logische Schaltkreise, insbesondere Und-Gatter, in ausreichender Anzahl anschließen lassen. Bei zehnstufiger Ausführung können mit dem ersten Ringzählertyp Zähhfrequenzen bis etwa 30 kHz (bezogen auf eine Zählrichtung) erreicht werden, bei entsprechender Ausführung des zweiten Typs etwa 20 kHz. Die wenig aufwendige Schaltung des ersten Ringzählers ist auch als binäres Schieberegister für beide Verschieberichtungen verwendbar, wenn die Ringschlüsse fortgelassen werden.

Elektronische Rundschau
Bd. 14 (1960) Nr. 4, S. 129—132 u. 135—136

DK 621.385:621.375

W. GEIST

Spezial-Verstärkerröhren und ihre Eigenschaften. Typenübersicht und Schaltungsbeispiele

Als Spezial-Verstärkerröhren hat sich in der letzten Zeit eine Gruppe von Verstärkerröhren herausgebildet, die in kommerziellen Geräten zum Einsatz kommen und gegenüber den Rundfunkröhren eine Reihe spezieller Eigenschaften aufweisen. Es werden diese Eigenschaften und die technischen Maßnahmen, durch die man sie erreicht, näher erläutert. Die von der Valvo GmbH vertriebenen Spezial-Verstärkerröhren sind entsprechend ihren Eigenschaften in einer Tabelle zusammengestellt. Zum Verständnis ihrer Verwendung sind einige Schaltungsbeispiele angeführt.

Elektronische Rundschau
Bd. 14 (1960) Nr. 4, S. 145—146

DK 621.396.969:061.3.,1960"

Bericht über die Tagung des Ausschusses für Funkortung

Auf der Tagung des Ausschusses für Funkortung vom 4. bis 8. Januar 1960 in Essen wurde von verschiedenen Fachleuten eine Reihe von Vorträgen über physio-psychologische Fragen der navigatorischen Ortung, über Infrarot-Meßeinrichtungen, über meteorologische und medizinische Ortung sowie über Ortung bei den Tieren gehalten. Der vorliegende Bericht behandelt vor allem den erstgenannten Themenkreis, und weil es zwischen den Vorträgen sehr viele Parallelen, Beziehungen und Ergänzungen gibt, sind die einzelnen Referate nicht getrennt wiedergegeben, sondern als Ganzes, das nach sachlichen Gesichtspunkten gegliedert ist.

Elektronische Rundschau
Bd. 14 (1960) Nr. 4, S. 151—152

DK 061.4.,1960"

III^e Salon International de la Pièce Détachée Paris

Vom 19. bis 23. Februar 1960 fand in Paris die dritte internationale Ausstellung von Einzelteilen und Meßgeräten statt. Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über Erzeugnisse der dort ausstellenden französischen Einzelteileindustrie. Neben einer Reihe neuer Röhren waren es vor allem die Halbleiter, die besonderes Interesse hervorriefen. Hingewiesen wird unter anderem noch auf Zählleinheiten, Steckverbindungen, Magnetbänder und Zubehör, Potentiometer sowie Relais verschiedener Ausführungen.

G. HAAR

Beanspruchung kleiner Gleichstrommotoren bei Speisung aus Gleichrichter-, Magnetverstärker- und Thyatronsteuergeräten

Die Anker kleiner Gleichstrommotoren werden heute vielfach im Leistungsbereich 0,1...1 kW aus Gleichrichter-, Magnetverstärker- und Thyatronsteuergeräten in Zweiweg- oder sogar Einwegschtaltung gespeist. Der lückende Gleichstrom erzeugt gegenüber Gleichstrombetrieb aus Batterien höhere Kupferverluste, erschwert die Stromwendung und setzt Ankerspannungen voraus, die größer als die Motornennspannung sind. Der Verfasser beschreibt diese erhöhten Motorbeanspruchungen eingehend und gibt an, wie sie vom Motorhersteller, bei der Motorwahl und im Betrieb zu berücksichtigen sind wenn eine ausreichende Betriebssicherheit und Lebensdauer erreicht werden soll.

Elektronische Rundschau
Bd. 14 (1960) Nr. 4, S. 137—138 u. 143—144

DK 531.76:621.317.351

H. P. LOUIS

Messung von Signalen im Zeitbereich von Nanosekunden mittels Abtastoszillografen

Die bei der Entwicklung schneller Schaltelemente an einen Oszillografen gestellten Anforderungen übersteigen häufig die Leistungsfähigkeit der besten Laufzeitkettenverstärker. Mit Hilfe eines Impuls-Abtastverfahrens ist es jedoch möglich, hohe Zeitauflösung und hohe Empfindlichkeit gleichzeitig zu erreichen. Der Aufsatz bringt das Prinzip und die Vorteile dieses Abtastverfahrens, dessen schaltungstechnischer Aufwand verhältnismäßig gering ist. Ein Gerät für 0,35 ns Zeitauflösung, das nach diesem Prinzip arbeitet, wird beschrieben. Die wichtigsten Schaltungen werden erläutert und ihre Einflüsse auf Zeitauflösung und Signalverzerrung diskutiert.

Elektronische Rundschau
Bd. 14 (1960) Nr. 4, S. 149—151

DK 621.317.71.3.082.75

Solion — eine elektrochemische Diode

Das Solion unterscheidet sich von Röhren und Transistoren durch die Art der Stromleitung. In Röhren und Transistoren sind Elektronen die Ladungsträger, in einem Solion hingegen Ionen. Der Name „Solion“ ist ein Kunstwort aus solution (Lösung) und Ion. Solionen benötigen einen sehr geringen Betriebsstrom, sprechen schon auf geringe Energien an und sind vielseitig verwendbar. Als Anwendungsbeispiel wird ein Meßwertintegrator beschrieben, der nur einen Raum von 3,5 cm³ einnimmt und eine umfangreiche elektromechanische Schaltung ersetzten kann.

Elektronische Rundschau
Bd. 14 (1960) Nr. 4, S. 154—155

Angewandte Elektronik (Kurzbesprechungen elektronischer Geräte)

Neues Zähl- und Steuergerät (Berkely)
mit Transistoren und Magnetverstärker (M. ten Bosch Inc.)
Transistor-Servoverstärker (CMC)
Transistorisierter Zifferndrucker (Eberle & Co.)
Programm-Steuergerät „610“ (Electronest GmbH)
Lichtmarken-Galvanometer mit Schwimm-Meßsystem (Engineered Electronics Co.)
Transistorschalter (Gyra Electronics Corp.)
Präzisions-Referenzspannungsquelle „RVS-100“ ..
Meßkopf und Zweikanal-Verstärker „154 A“ für
oszillografische Strom- und Spannungsmessungen ... (Hewlett-Packard)
Verzerrungsmesser „Qualiscope“ (L.E.A.)
Transistor-Prüfgerät „TRA“ (Müller & Weigert)
Subminiatur-Steckverbindungen (Souriau electric GmbH)
Labormöbel (Tiro-Class)
Elektronische Zugprüfmaschine „Testatron“ (Otto Wolpert Werke)

Summary

ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU, Vol. 14 (1960) No. 4

K. WAGNER: *Transistorized Cyclic Counter Forward and Backward*
p. 121—125

Two samples of counters are described which comprise bistable multi-vibrator stages with transistors OC 71 and permit forward and backward-cycling counting. These stages are so dimensioned that a sufficient number of logic circuits, especially "and" gates, can be connected. The decade versions allow for counting frequencies up to 30 and 20 kc/s for the two samples, respectively, referred to either forward or backward counting. The first sample involves low costs and may also be employed as a binary shift register in both shift directions when the closed circuit is opened.

G. HAAR: *Stress Presented to Low Power DC Motors Fed from Rectifiers, Magnetic Amplifiers and Thyatron Control Devices*
p. 126—128

Armatures of low-power DC motors (0.1 to 1 kW) frequently have supply voltages obtained from full-wave or even half-wave rectifiers, magnetic amplifiers and thyatron control units. This pulsating direct current results in higher copper losses, difficulties in the commutator action, and armature voltages that exceed the rated voltage of the motor. The author describes this additional stress in detail and indicates how it should be taken into account by motor manufacturers, buyers and operators to ensure safe operation and satisfactory life.

W. GEIST: *Special Amplifier Tube Type Properties and Circuit Designs*
p. 129—132 u. 135—136

Special amplifier tubes are used in communication equipments and feature properties different from radio tubes. These properties are discussed, and means to achieve them are indicated. Special amplifier tubes supplied by Valvo GmbH are listed by their features in a Table. To illustrate their application, a number of circuit designs are shown.

H. P. LOUIS: *Scanning Oscilloscope for the Millimicrosecond Range*
p. 137—138 u. 143—144

In the development of high-speed switching components, the requirements to the cathode-ray oscilloscope often exceed the ratings of the best delay-chain amplifiers. However, high time resolution and high sensitivity can be had simultaneously when a pulse-scanning method is employed. The principles and advantages of this scanning method are described. The circuit costs are relatively moderate. The author presents a device operating on these principles and affording a time resolution to 0,35 millimicroseconds. The most important circuits are discussed, paying particular attention to their effects upon time resolution and signal distortion.

Report on the Meeting of the German Civil Aviation Authority
p. 145—146

The German CAA (Ausschuss fuer Funkortung) held a meeting in Essen, Germany, from Jan. 4 to 8, 1960. Various experts had submitted papers on physiological and psychological radionavigation problems, on infrared measuring sets, meteorological and medical orientation and orientation in animals. This report deals mainly with the first-mentioned topics. Owing to the many parallels, relations and complements interconnecting the individual papers, the latter are presented as a digest subdivided by pertaining subjects.

Solion—an Electrochemical Diode
p. 149—151

The solion differs from tubes and transistors by the type of current conduction. In tubes and transistors, the charge carriers are electrons, in a solion the charges are carried by ions. "Solion" is composed of the words solution and ion. Solions require very low operating currents, respond to low-level energies and are very versatile in application. As an example, a measurement integrator is described: It requires a space of not more than 3.5 cm³ and may replace a voluminous electro-mechanical circuit.

Le résumé

ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU, tome 14 (1960) No 4

K. WAGNER: *Montage en anneau à transistors pour comptage en avant et en arrière*
p. 121—125

L'article traite de deux compteurs en anneau, pour comptage en avant et en arrière, composé de bascules bistables équipées de transistors B. F. OC 71. Ces étages bascules sont conçus de façon qu'on puisse y associer un nombre suffisant de circuits logiques, notamment des commutateurs d'addition. Un anneau du premier type, comportant dix étages, convient pour des fréquences de comptage jusqu'à 30 kHz; la version correspondante du second type est utilisable jusqu'à 20 kHz, dans un même sens de comptage. En laissant l'anneau ouvert, on peut utiliser le premier montage, relativement économique, pour un déplacement binaire dans les deux sens.

G. HAAR: *Efforts supportés par les petits moteurs à courant continu alimentés par redresseurs, régulateurs magnétiques ou thyratrons*
p. 126—128

Les induits de petits moteurs à courant continu (0,1 à 1 kW) sont souvent alimentés par des redresseurs ou régulateurs soit magnétiques, soit oniques travaillant dans un montage diphasé ou même monophasé. Le courant pulsatoire produit alors des pertes de cuivre plus élevées que dans le cas d'une alimentation sur batteries; il rend difficile la commutation et implique des tensions d'induit supérieures aux valeurs nominales. L'auteur décrit en détail ces phénomènes de surcharge et indique, comment on doit en tenir compte lorsqu'on fabrique, choisit ou utilise un moteur, afin d'obtenir une sécurité et une durée de fonctionnement suffisante.

W. GEIST: *Propriétés, types et utilisation des tubes spéciaux d'amplification*
p. 129—132 u. 135—136

Dernièrement sont apparus un certain nombre de tubes amplificateurs spéciaux, utilisés dans les appareils professionnels et se distinguant des tubes de radio par certaines caractéristiques particulières. Ces caractéristiques sont exposées ainsi que les procédés technologiques qui en permettent la réalisation. Un tableau classé par fonctions résume les tubes amplificateurs spéciaux de la Valvo GmbH; des exemples de schémas en illustrent les applications.

H. P. LOUIS: *Procédé d'exploration pour la mesure oscilloscopique de signaux de l'ordre de la nanoseconde*
p. 137—138 u. 143—144

Les performances des meilleurs amplificateurs distribués sont souvent insuffisantes pour étudier, à l'oscilloscope, des commutateurs très rapides. Le procédé de l'exploration impulsionnelle permet, par contre, de réunir une excellente définition en fonction du temps avec une forte sensibilité. L'article traite du principe et des avantages du procédé d'exploration dont la réalisation ne demande que des moyens relativement simples. Un appareil fonctionnant d'après ce principe est décrit, il montre une définition de 0,35 ns. Les principaux montages sont analysés; leurs influences sur définition et distorsion sont discutées.

Compte-rendu sur le colloque du comité de radio-localisation
p. 145—146

A l'occasion du colloque du comité de radio-localisation (Essen, du 4 au 8 janvier 1960) des spécialistes ont tenu une série de conférences sur des questions physiologiques et psychologiques de la localisation en navigation, sur les indicateurs à infra-rouge, sur la localisation météorologique et médicale, ainsi que sur les phénomènes de localisation chez les animaux. Le présent compte-rendu traite surtout des thèmes nommés en premier lieu. Comme les conférences s'apparentèrent, se recoupèrent et se complétèrent souvent, elles ne seront pas reproduites séparément, mais en tant qu'ensemble logiquement subdivisé.

Le Solion — une diode électrochimique
p. 149—151

Le solion diffère du tube et du transistor par le mode de conduction. Les porteurs de charge sont des électrons dans ces derniers, mais des ions dans le cas du solion. L'appellation «Solion» a été conçue en contractant les termes «solution» et «ion». Les solions se contentent d'un courant de fonctionnement très réduit, répondent déjà à des énergies faibles et possèdent de multiples applications. Comme exemple d'utilisation, on décrit un intégrateur de mesure n'occupant qu'un espace de 3,5 cm³ et capable de remplacer un montage électro-magnétique volumineux.



SIEMENS SPEZIALRÖHREN



Für höchste Ansprüche:

Siemens- Spezialverstärkerröhren

mit den Qualitätsmerkmalen:

Lange Lebensdauer

Hohe Zuverlässigkeit

Enge Toleranzen

Stoß- und Erschütterungsfestigkeit

Zwischenschichtfreie Spezialkathode

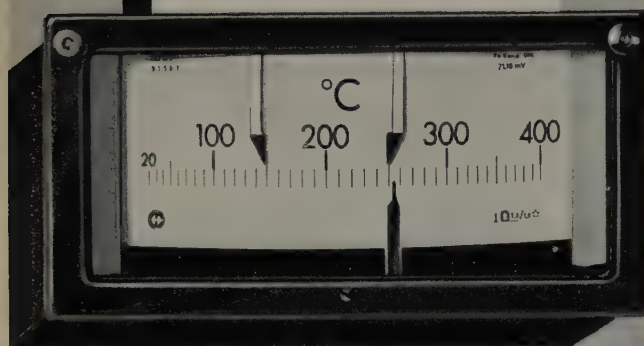
E 80 CC	NF-Doppeltriode
E 80 CF	Triode-Pentode
E 80 L	8-W-Endpentode
E 81 CC	HF-Doppeltriode
E 82 CC	Mehrzweck-Doppeltriode
E 83 CC	Mikrofoniearme Doppeltriode
E 84 L	12-W-Endpentode
E 86 C	UHF-Triode
E 88 CC	Steile Universal-Doppeltriode
E 90 CC	Doppeltriode für Rechenmaschinen
E 91 AA	Doppeldiode
E 130 L	27,5-W-Leistungspentode
E 180 F	Steile Breitband-Pentode
E 235 L	12-W-Pentode/Längsröhre
E 236 L	12-W-Pentode/Längsröhre
E 280 F	Universal-Breitband-Pentode
E 283 CC	Brumm- und mikrofoniearme NF-Doppeltriode
F 2 a 11	30-W-Leistungstetrode
6 AK 5 W	Breitband-Pentode
5751	NF-Doppeltriode
5814 A	Mehrzweck-Doppeltriode
6463	Leistungs-Doppeltriode

B 66a

Metrawatt-

REGLER

VOLLTRANSISTORISIERT



Die Neukonstruktion unseres verzögerungsfreien, elektronischen Zweipunktreglers mit induktiver Zeigerabstimmung ist den Erfordernissen des Betriebes angepaßt:

► **Kleine Abmessungen**

Normgehäuse 192 x 96 mm

► **Wartungsfrei**

Verwendung von Transistoren, keine der Abnutzung unterworfenen Bauteile

► **Betriebssicher**

Temperaturunempfindliche Transistorschaltung

Übersichtliche Anordnung

► **der Bauteile**

Gedruckte Schaltung für zwei oder drei Schaltstufen

Verlangen Sie unsere ausführlichen Druckschriften.



**DEUTSCHE
INDUSTRIE-
MESSE
HANNOVER
24. APRIL -
3. MAI 1960**



Weitblick und Entschlossenheit

verbinden sich in der Anwendung elektrischer Energie. Hannover umfaßt Tausende von Beispielen der Entwicklung, Vervollkommnung und Beherrschung der Elektrotechnik. Die Elektroindustrie zeigt hier auf internationalem Niveau, daß das elektrotechnische Bewußtsein schneller gereift ist, als je zuvor ein technisches Gebot erfüllt wurde.

Jeder Mensch hat Anspruch auf die beste technische Lösung seiner persönlichen Fragen und seiner wirtschaftlichen Probleme. Die Elektrotechnik gibt jedem Zeitgenossen dieses Jahrhunderts das gewünschte Geleit im privaten Leben und zum geschäftlichen Erfolg.

**DER ZENTRALVERBAND DER ELEKTRO-
TECHNISCHEN INDUSTRIE e.V. (ZVEI)**

ist die umfassende Organisation der Elektroindustrie des Westdeutschen Wirtschaftsgebietes (Bundesrepublik und Westberlin) · Auskunft und Anfragen: Frankfurt am Main, Am Hauptbahnhof 12 · Tel.: 334857/59 Fernschr.: 041 1305

Informationsstelle Elektrotechnik: Verwaltungshaus gegenüber Halle 10



**METRAWATT A. G.
N Ü R N B E R G**

SILICIUM 99.99999

P-Typ

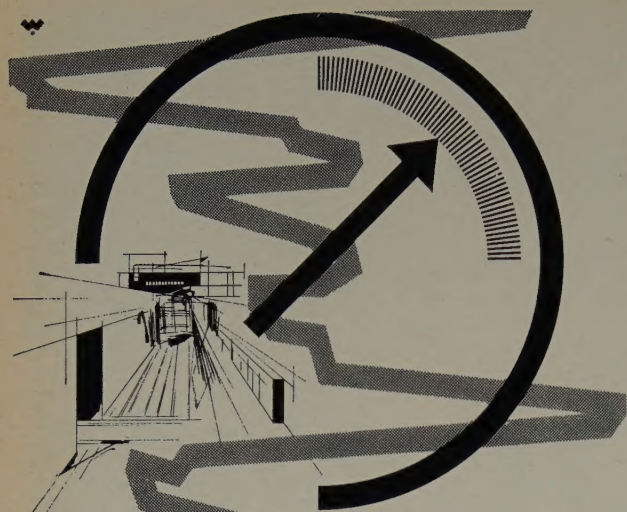
- Stückig: qualität 150
400
600
- Stäbe
- Einkristalle



Das Silicium **PECHINEY** ist von höchster Reinheit. Es wird unter der staubfreien Atmosphäre der Hochalpen hergestellt.

Verkauf : **UCLAF**-Alleinvertreter : W. BIESTERFELD & Co - HAMBURG, 1, Ferdinandstrasse 41.

Ref. U.i-42 D



**KELLER
MESS- UND
REGELANLAGEN**
nicht elektrischer
Größen:



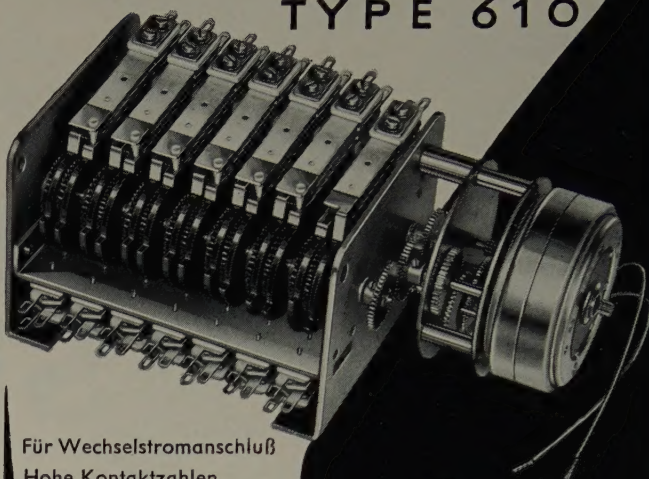
KELLER SPEZIALTECHNIK GMBH

Meßwertgeber für Feuchte,
Temperatur und Druck
Regelrelais
Stellantriebe, Motorventile
Präzisions-Potentiometer
Zeitplangeber
Nachlauf-Potentiometer

Senden Sie uns Ihre Anfrage

■ Laggenbeck/Westf.

Programm-Steuergerät TYPE 610



Für Wechselstromanschluß
Hohe Kontaktzahlen
Einstellbare Nockenscheiben
Schaltperiode zwischen
2 sec und 6 Std.
Lange Lebensdauer, betriebssicher
und zuverlässig
Fordern Sie Typenliste 610



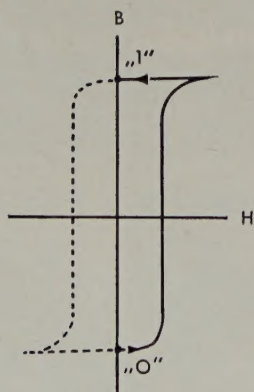
EBERLE & CO. NÜRNBERG
ELEKTRO-GMBH · OEDENBERGER STRASSE 65

Deutsche Industrie-Messe Hannover, Halle 10, Stand 551/650

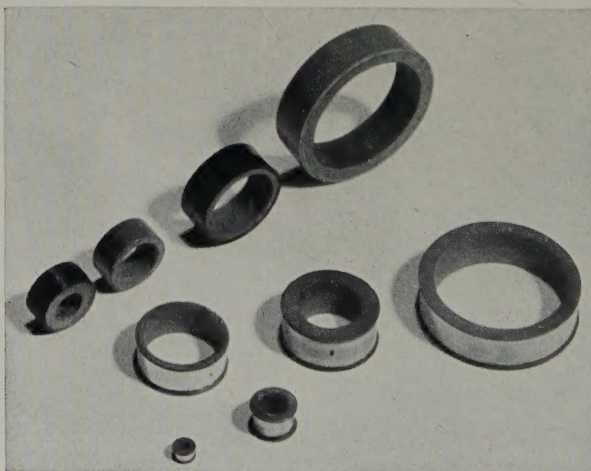
WEICHMAGNETISCHE WERKSTOFFE

VAC
VACUUMSCHMELZE

ZWERG-KERNE mit extrem dünnen
Bändern für Speicher-, Steuer- und Schalt-
aufgaben in Bandstärken von 0,003-0,050 mm
ULTRAPERM® Z PERMENORM 5000 Z®



- Kleine Schaltzeit
- Hohe Induktion
- Kleine Koerzitivkraft
- Große thermische Stabilität

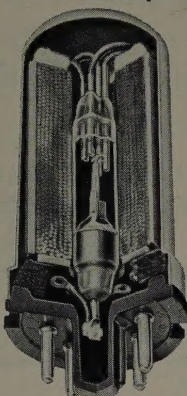


® Eingetragenes Warenzeichen

VACUUMSCHMELZE AKTIENGESELLSCHAFT · HANAU

Deutsche Industrie-Messe, Halle 13, Stand 27

CLARE-Relais für mehr als
1 Milliarde (10^9) Schaltungen!



Völlige Prellfreiheit

Erregerleistung
5 mW bzw. 200 mW

Schaltleistung
100 VA bzw. 250 VA

Schaltfrequenz
100 Hz bzw. 200 Hz

Ständige Erneuerung der Kontaktoberflächen durch einen Quecksilberfilm. Alle Kontakte in einer Glasampulle hermetisch gekapselt. Ampulle auch ohne Feldspule zur Betätigung durch externe Dauermagnete lieferbar.

Typen HGP und HGS zur Verwendung als Chopper.

Elektrische Steckverbindungen
IERC-Wärmeableiter für Röhren und Transistoren.



SOURIAU
electric G. m. b. H.

DUSSELDORF · FRIEDRICH-EBERT-STR. 7
Fernruf 17172 · Telex '8587819



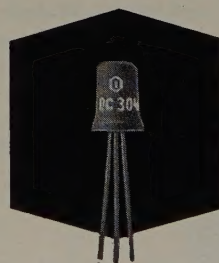
INTERMETALL

Neue Silizium-Transistoren

- OC 463** HF-Transistor mit einer Grenzfrequenz in Basisschaltung $> 4 \text{ MHz}$
- OC 466** rauscharmer Vorstufentransistor mit einer Rauschzahl von 8 dB
- OC 468** Transistor mit hoher Stromverstärkung $h_{21E} \geq 40$
- OC 469** Schalttransistor $-U_{CEK} = 0,35 \text{ V max}$, $-U_{CE} = 32 \text{ V max}$
- OC 480** Hochvolt-Transistor $-U_{CE \text{ max}} = 125 \text{ V}$ bei $I_B = 0$ und $I_{CO} \leq 2 \mu\text{A}$

► Fordern Sie technische Unterlagen bei uns an ◀

Wir fertigen weiterhin:



Germanium-
Transistoren
und Dioden

sowie

Silizium-
Transistoren,
Dioden und
Gleichrichter

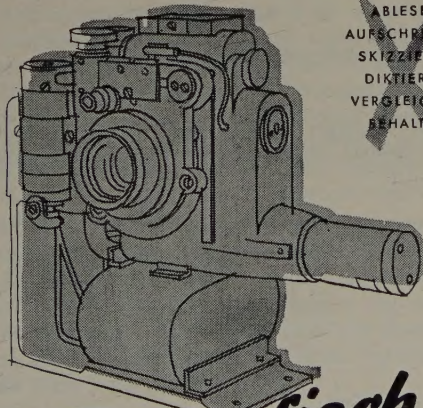


INTERMETALL

Gesellschaft für Metallurgie und Elektronik mbH
Freiburg/Breisgau, Hans-Bunte-Straße 19

Wir stellen aus: Industrie-Messe Hannover, Halle 11, Stand 1313

ROBOT registriert rationell! **ROBOT** registriert rationell! **ROBOT** registriert rationell! **ROBOT** registriert rationell! **ROBOT** registriert rationell! **ROBOT** registriert rationell! **ROBOT** registriert rationell! **ROBOT** registriert rationell! **ROBOT** registriert rationell! **ROBOT** registriert rationell!



~~ABLESEN?~~
~~AUSCHREIBEN?~~
~~SKIZZIEREN?~~
~~DIKTIEREN?~~
~~VERGLEICHEN?~~
~~BEHALTEN?~~

Fotografisch registrieren!

mit **ROBOT**
vollautomatisch

ROBOT - das universelle fotografische
Registriersystem für Forschung und Überwachung.
Fordern Sie bitte die Druckschrift FR 20 an.

ROBOT-FOTO^{GM}DÜSSELDORF

Eingeführte Vertreter für verschiedene Bezirke
im In- und Ausland gesucht.

Hengstler zählt!

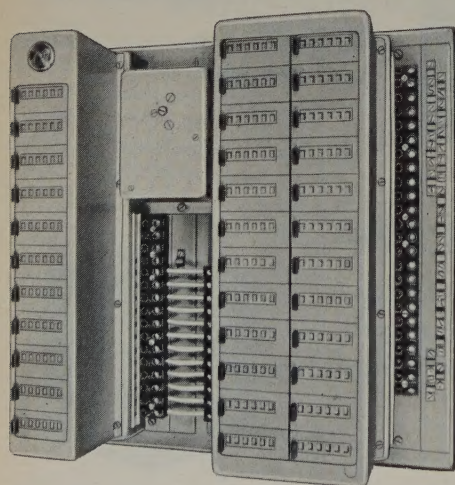
0 2 7 5 8 1

elektrisch zählen ist vorteilhafter!

Impulszähler sind nicht ortsgebunden und benötigen keine komplizierten Übertragungselemente. Ein Kontaktgeber an der Zählstelle und die Verbindung zum Zähler, das ist alles.

Impulszähler F 043

sind so vielseitig, daß sie fast überall eingesetzt werden können. Lesen Sie unseren Prospekt „elektrisch zählen“. Sie werden staunen, was diese Zähler leisten.



Impulszähler F 043 eingebaut in einem Gerät der JLO-Werke Pinneberg zur statistischen Erfassung von Fahrstrecken, Zeitdauer und Häufigkeit verschiedener Betriebs- und Belastungszustände eines schweren Fahrzeugs.



J. HENGSTLER KG ZÄHLERFABRIK ABT. R 2
ALDINGEN KREIS TUTTLINGEN

Besuchen Sie uns bitte in Hannover in Halle 5/0, Stand 1410/1511

AUS DEM INHALT

APRILHEFT 1960

Band 14 (1960) Heft 4, Seiten 113—170

K. Wagner: Ringzähler für Vorwärts- und Rückwärtszählung mit Transistoren	121
G. Haar: Beanspruchung kleiner Gleichstrommotoren bei Speisung aus Gleichrichter-, Magnetverstärker- und Thyatronsteuergeräten	126
W. Geist: Spezial-Verstärkerröhren und ihre Eigenschaften. Typenübersicht und Schaltungsbeispiele	129
H. P. Louis: Messung von Signalen im Zeitbereich von Nanosekunden mittels Abtastoszillografen	137
Bericht über die Tagung des Ausschusses für Funkortung ..	145
Solion — eine elektrochemische Diode	149
III ^e Salon International de la Pièce Détachée	151
Referate	
Ein Leistungstransistor für hohe Frequenzen	153
Angewandte Elektronik	154
Persönliches	156
Aus Industrie und Wirtschaft	157
Neue Bücher	159

Beilagen

Inhaltskartei · ELRU-Informationen

Zu unserem Titelbild: Spezial-Verstärkerröhren der Roten, Gelben, Grünen und Blauen Reihe der Valvo-Farbserie

Zeichnungen vom Atelier der ELEKTRONISCHEN RUNDSCHAU
nach Angaben der Verfasser

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141 — 167. Telefon: Sammel-Nr. 49 23 31 (Ortskennzahl im Selbstwählerferndienst 0311). Telegramme: Fokiverlag Berlin. Fernschreiber: 01 84352 fachverlage bln. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Berlin-Frohnau; Stellvertreter: Albert Jänicke, Berlin-Haselhorst; Anzeigenleitung: Walter Bartsch, Berlin. Postscheckkonto: ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU, PSchA Berlin West Nr. 2854. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Die ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU erscheint monatlich. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Die ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Preis bei Postbezug im Inland monatlich 3,— DM zuzüglich 8 Pf Postgebühr, Einzelheft 3,50 DM zuzüglich Porto
Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin

